



TUGAS AKHIR - SS141501

**PEMETAAN ANGKA GIZI BURUK PADA BALITA
DI JAWA TIMUR DENGAN *GEOGRAPHICALLY
WEIGHTED REGRESSION***

**ADITYA KURNIAWATI
NRP 1312 100 076**

**Dosen Pembimbing
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes
Shofi Andari, S.Stat, M.Si**

**PROGRAM STUDI S1
JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**



FINAL PROJECT - SS141501

**MAPPING THE RATE OF MALNUTRITION
ON TODDLERS IN EAST JAVA USING
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION**

**ADITYA KURNIAWATI
NRP 1312 100 076**

**Supervisor
Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes
Shofi Andari, S.Stat, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAMME
DEPARTEMENT OF STATISTICS
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA 2016**

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMETAAN ANGKA GIZI BURUK PADA BALITA
DI JAWA TIMUR DENGAN
GEOGRAPHYCALLY WEIGHTED REGRESSION**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Sains
pada**

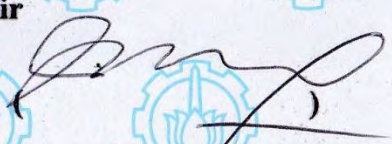
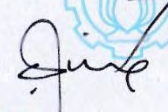
**Program Studi S-1 Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :


**ADITYA KURNIAWATI
NRP 1312 100 076**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir

- 1. Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes
NIP. 19571007 198303 2 001**
- 2. Shofi Andari, S.Stat, M.Si
NIP. 19871207 201404 2 001**


()

**Mengetahui
Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS**


Dr. Suhartono

NIP. 19710929 199512 1 001

SURABAYA, JULI 2016



**PEMETAAN ANGKA GIZI BURUK
PADA BALITA DI JAWA TIMUR DENGAN
GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION**

Nama Mahasiswa : Aditya Kurniawati
NRP : 1312 100 076
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes
Co Pembimbing : Shofi Andari, S.Stat, M.Si

ABSTRAK

Status gizi balita merupakan salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat serta tolak ukur kesejahteraan suatu bangsa. Di antara semua provinsi di Indonesia, tingkat angka gizi buruk balita di Jawa Timur termasuk dalam kelompok menengah dan belum dapat memenuhi target Dinas Kesehatan. Selain faktor kesehatan dan kemiskinan, lingkungan juga mempengaruhi angka gizi buruk pada balita, tetapi kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Oleh sebab itu pada penelitian ini digunakan pendekatan geografis dalam memodelkan angka gizi buruk pada balita dengan variabel-variabel yang diduga mempengaruhinya. Analisis statistika yang digunakan untuk menyelesaikan masalah ini yaitu geographically weighted regression (GWR) Berdasarkan pengujian heterogenitas spasial, angka gizi buruk pada balita memiliki keragaman antara satu wilayah dengan wilayah lain. Pembobot yang digunakan pada penelitian ini adalah fungsi kernel fixed gaussian dengan AIC sebesar 294,2464. Nilai R^2 yang dihasilkan model GWR sebesar 15,04%, nilai ini lebih besar dibandingkan model regresi linier, yaitu sebesar 14,16%. Terbentuk dua kelompok daerah berdasarkan variabel yang signifikan. Kelompok pertama yaitu kabupaten/kota yang berada di bagian timur provinsi Jawa Timur, di mana persentase penduduk miskin berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita. Sedangkan kelompok kedua yaitu bagian barat Jawa Timur, di mana persentase penduduk miskin dan persentase posyandu puri berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita.

Kata Kunci: Angka Gizi Buruk, Aspek Spasial, GWR.

MAPPING THE RATE OF MALNUTRITION ON TODDLERS IN EAST JAVA USING GEOGRAPHICALLY WEIGHTED REGRESSION

Name of Student : Aditya Kurniawati
NRP : 1312 100 076
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Ir. Mutiah Salamah Chamid, M.Kes
Co Supervisor : Shofi Andari, S.Stat, M.Si

ABSTRACT

Nutrition status of children is one indicator in assessing the degree of public health and well-being of a nation's benchmark. Among all the provinces in Indonesia, the rate of malnutrition in East Java, assigned as moderate group and not yet fulfilled the expectation of the Health Ministry. Apart from health factors and poverty, the environment also affect the rate of malnutrition on children under five years, but the condition of health, environmental, and economy of each district in East Java is different. Therefore, in this study used geographical approach in modeling the rate of malnutrition on toddlers with suspected variables that influence it. Statistical analysis that used to solve this problem is geographically weighted regression (GWR). Based on tests of spatial heterogeneity, the rate of malnutrition on children under five years have the diversity between one district to another. The weighting that used in this study is the kernel function fixed gaussian with the value of AIC at 294.2464. R^2 value that generated GWR models yields to 15.04%, this value larger than the linier regression model, which yields to 14,16%. GWR model forms two groups of districts based on significant variables. The first group is the district located in the eastern part of the province of East Java, where the percentage of poor effects on malnutrition toddlers. The second group is the western part of East Java, where the percentage of poor and percentage of posyandu puri effect the malnutrition on toddlers.

Keywords: GWR, Malnutrition Index, Spatial Aspect.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Peta Tematik.....	7
2.2 Multikolinieritas.....	7
2.3 Model Regresi Linier.....	8
2.3.1 Estimasi Parameter Model Regresi Linier.....	9
2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Linier.....	9
2.3.3 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi Linier.....	11
2.4 Pengujian Aspek Data Spasial.....	13
2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial.....	13
2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial.....	15
2.5 Model Geographically Weighted Regression.....	16

2.5.1	Penentuan Bandwidth dan Pembobot Optimum.....	16
2.5.2	Estimasi Parameter Model GWR	18
2.5.3	Uji Hipotesis Model GWR	19
2.6	Pemilihan Model Terbaik	22
2.7	Status Gizi Balita	22
2.8	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk pada Balita	24
2.9	Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		27
3.1	Sumber Data.....	27
3.2	Kerangka Konsep	27
3.3	Variabel Penelitian	28
3.4	Langkah Analisis Data	30
3.5	Diagram Alir	31
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN		33
4.1	Karakteristik Angka Gizi Buruk pada Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya	33
4.1.1	Angka Gizi Buruk pada Balita.....	33
4.1.2	Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe ³	35
4.1.3	Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah	37
4.1.4	Persentase Pemberian ASI Eksklusif.....	39
4.1.5	Persentase Posyandu Puri	40
4.1.6	Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)	42
4.1.7	Persentase Penduduk Miskin	43
4.2	Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan Regresi Linier.....	45
4.2.1	Deteksi Multikolinieritas	45
4.2.2	Estimasi Parameter dan Pemodelan Regresi Linier	47

4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Linier	48
4.3 Pengujian Aspek Spasial Gizi Buruk	51
4.3.1 Pengujian Dependensi Spasial	52
4.3.2 Pengujian Heterogenitas Spasial	52
4.4 Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan Geographically Weighted Regression	52
4.4.1 Penentuan Bandwidth dan Pembobot Optimum	53
4.4.2 Estimasi Parameter Model GWR	53
4.4.3 Pengujian Kesesuaian Model GWR	54
4.4.4 Pengujian Signifikansi Parameter Model GWR	55
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	65
BIOGRAFI PENULIS	87

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Analisis Varians Model Regresi.....	10
Tabel 3.1	Variabel Penelitian	28
Tabel 3.2	Struktur Data Model GWR.....	30
Tabel 4.1	Matriks Korelasi Antar Variabel Prediktor	46
Tabel 4.2	Nilai VIF Variabel Prediktor	46
Tabel 4.3	Estimasi Parameter Model Regresi Linier.....	47
Tabel 4.4	ANOVA Model Regresi Linier	49
Tabel 4.5	Uji Signifikansi Parameter secara Parsial.....	49
Tabel 4.6	Pengujian Asumsi Residual Identik.....	50
Tabel 4.7	Pembobot Optimum GWR	53
Tabel 4.8	Estimasi Parameter Model GWR	53
Tabel 4.9	ANOVA Model GWR.....	54
Tabel 4.10	Variabel Signifikan di Tiap Kabupaten/Kota	56
Tabel 4.11	Kelompok Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan	56

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kriteria Daerah Penolakan Uji Durbin-Watson ..	12
Gambar 2.2	Masalah Gizi dalam Siklus Hidup Manusia	23
Gambar 3.1	Kerangka Konsep Penelitian	28
Gambar 3.2	Diagram Alir Metode Analisis	31
Gambar 4.1	Persebaran Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur	34
Gambar 4.2	Persebaran Angka Gizi Buruk Balita Berdasarkan Target MDG's	35
Gambar 4.3	Persebaran Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3 di Jawa Timur	36
Gambar 4.4	Persebaran Persentase BBLR di Jawa Timur	38
Gambar 4.5	Persebaran Persentase Pemberian ASI Eksklusif di Jawa Timur	39
Gambar 4.6	Persebaran Persentase Posyandu Puri di Jawa Timur	41
Gambar 4.7	Persebaran Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS di Jawa Timur	43
Gambar 4.8	Persebaran Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur	44
Gambar 4.9	Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal	51
Gambar 4.10	Persebaran Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan	58

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Status gizi balita merupakan salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat serta tolak ukur kesejahteraan suatu bangsa. Menurut UNICEF (2010), Indonesia menduduki peringkat kelima dunia untuk negara dengan jumlah balita kurang gizi terbanyak, dengan perkiraan 36% atau sebesar 7,7 juta anak balita. Kondisi tersebut perlu diperhatikan secara serius karena balita kurang gizi lebih berisiko terkena penyakit, pertumbuhan fisik, mental, dan kemampuan berpikir terhambat, yang mengakibatkan sulit mendapat penghasilan ketika dewasa. Selain itu, orang dewasa yang kurang mendapat gizi pada dua tahun pertama hidupnya lebih berisiko mengalami obesitas, sehingga memiliki peluang lebih besar terkena tekanan darah tinggi, diabetes dan penyakit jantung (Bappenas, 2014). Terlebih lagi sepertiga jumlah kematian anak dan 11% dari total penyakit di seluruh dunia disebabkan oleh kekurangan gizi pada ibu dan anak (UNICEF, 2011).

Salah satu target *Millennium Development Goals* (MDG's) yang harus dicapai pada tahun 2015 adalah menurunkan prevalensi balita gizi buruk menjadi 3,6% (Bappenas, 2010). Gizi buruk menurut Dinas Kesehatan Jawa Timur (2006) adalah status kondisi seseorang yang kekurangan nutrisi, atau nutrisinya di bawah standar rata-rata. Di antara semua provinsi di Indonesia, tingkat angka gizi buruk balita Jawa Timur termasuk dalam kelompok menengah. Menurut Dinas Kesehatan Jawa Timur (2013) terdapat 22.703 balita gizi buruk di Jawa Timur pada tahun 2013. Dinas Kesehatan berupaya menekan angka ini sesuai dengan target, yakni 0% atau tidak ada lagi balita yang menderita gizi buruk (A'yunin, 2011). Sehingga dapat dikatakan Jawa Timur belum dapat memenuhi target. Beberapa upaya pemerintah yang telah dilakukan antara lain menerapkan Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi serta Gerakan Nasional Percepatan Perbaikan.

Rencana Aksi Nasional Pangan dan Gizi disusun sebagai panduan dalam pembangunan bidang pangan dan gizi di tingkat pusat, provinsi, serta kabupaten dan kota untuk semua pihak yang terkait dalam perbaikan pangan dan gizi. Terdapat delapan indikator kinerja yang digunakan untuk mencapai sasaran, yaitu (1) balita ditimbang berat badannya, (2) balita gizi buruk mendapat perawatan, (3) balita 6-59 bulan mendapat kapsul vitamin A, (4) bayi usia 0-6 bulan mendapat ASI eksklusif, (5) ibu hamil mendapat 90 tablet Fe, (6) rumah tangga mengonsumsi garam beryodium, (7) kabupaten/kota melaksanakan surveilans gizi, dan (8) penyediaan stok cadangan Makanan Pendamping ASI (MP-ASI) (Kementrian Kesehatan RI, 2015). Sedangkan Gerakan Nasional Percepatan Perbaikan Gizi berfokus pada usia 1000 hari pertama kehidupan (1000 HPK), di mana 1000 HPK merupakan periode yang sangat kritis dalam upaya perbaikan gizi. Terdapat dua macam intervensi dalam upaya ini, yaitu intervensi gizi spesifik dan intervensi gizi sensitif. Yang termasuk dalam intervensi gizi spesifik yaitu pemberian tablet besi dan asam folat untuk ibu hamil, pemberian makanan tambahan pada ibu hamil, pemberian ASI eksklusif pada bayi, pemberian makanan tambahan ada anak usia di atas enam bulan, penggunaan garam beryodium, dan konseling gizi. Sedangkan intervensi gizi sensitif meliputi peningkatan akses terhadap air minum dan sanitasi layak, pelayanan KB, berbagai skema perlindungan sosial, serta penanggulangan kemiskinan (Bappenas, 2014). Dari kedua program tersebut terlihat bahwa pemerintah tidak hanya berfokus pada aspek kesehatan, tetapi juga kemiskinan serta faktor lingkungan dalam upaya menurunkan angka gizi buruk balita.

Berdasarkan uraian di atas angka gizi buruk balita di Jawa Timur belum mampu mencapai target, sehingga perlu adanya tindakan dari pemerintah untuk menekan angka gizi buruk balita di Jawa Timur. Tindakan yang dilakukan oleh pemerintah hendaknya sesuai dengan keadaan di Jawa Timur. Oleh karena itu, diperlukan suatu penelitian mengenai faktor-faktor yang berkaitan dengan angka gizi buruk balita. Penelitian tentang gizi

buruk antara lain dilakukan oleh Megahardiyani (2009) yang meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi status gizi balita masyarakat nelayan kecamatan Bulak Surabaya dengan regresi logistik ordinal. Penelitian ini menyimpulkan faktor-faktor yang berpengaruh yaitu pendidikan ibu, kelengkapan imunisasi, dan penghasilan. Dewi (2012) meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline*. Hasil dari penelitian tersebut adalah terdapat tiga variabel yang berpengaruh terhadap gizi buruk di Jawa Timur, yaitu persentase ibu hamil yang mendapat Fe₃, persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan, dan persentase rumah tangga dengan akses air bersih. Kemudian Saputra & Nurrizka (2012) meneliti faktor demografi dan risiko gizi buruk dan gizi kurang dengan regresi logistik ordinal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah faktor yang berpengaruh yaitu kemiskinan dan rendahnya pendidikan orang tua.

Penelitian-penelitian tersebut belum menekankan aspek spasial, di mana pada setiap lokasi dianggap mempunyai ciri yang sama. Tetapi kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur berbeda-beda. Sehingga letak geografis merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi gizi balita. Berdasarkan kondisi tersebut, maka didapatkan permasalahan untuk mengembangkan pemodelan balita gizi buruk dengan mempertimbangkan adanya aspek geografi. Dengan demikian upaya untuk menekan angka gizi buruk dapat dilakukan dengan lebih efektif. Variabel respon yang digunakan yaitu angka gizi buruk balita di Jawa Timur yang berbentuk kontinu. Oleh sebab itu pada penelitian ini digunakan metode *geographically weighted regression* (GWR). GWR adalah bentuk lokal dari regresi global untuk variabel respon yang bersifat kontinu. Penelitian tentang GWR yang pernah dilakukan yaitu Ayunin (2011) tentang pemodelan balita gizi buruk di kabupaten Ngawi. Kesimpulan dari penelitian ini faktor yang berpengaruh adalah ASI eksklusif, akses terhadap air bersih, BBLR, dan rumah tangga miskin. Marchaningtyas (2013) meneliti tentang pemodelan kasus balita

gizi buruk di kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat variasi secara spasial pada kasus balita gizi buruk di Kabupaten Bojonegoro dengan faktor yang berpengaruh yaitu persentase ibu yang mendapat tablet Fe³, persentase balita yang ditimbang, persentase ibu bersalin yang ditolong oleh tenaga kesehatan, persentase kunjungan bayi, persentase rumah tangga yang berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), dan persentase posyandu aktif. Maulani (2013) meneliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat. Hasil dari penelitian ini adalah BBLR, bayi mendapat vitamin A, sarana kesehatan, ASI eksklusif, penduduk miskin, dan usia perkawinan pertama merupakan faktor yang berpengaruh pada gizi buruk balita di Jawa Barat.

Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan angka gizi buruk balita di Jawa Timur dengan menggunakan GWR. Dengan adanya penelitian ini akan diketahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap balita gizi buruk pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Sehingga diharapkan dapat menurunkan prevalensi gizi buruk serta dapat mencapai target Dinas Kesehatan.

1.2 Rumusan Masalah

Status gizi balita merupakan salah satu indikator dalam menilai derajat kesehatan masyarakat serta tolak ukur kesejahteraan suatu bangsa. Tetapi sampai saat ini angka gizi buruk balita di Indonesia masih cukup tinggi dan belum dapat memenuhi target Dinas Kesehatan. Tingginya angka gizi buruk balita di Indonesia salah satunya berasal dari provinsi Jawa Timur. Angka gizi buruk balita adalah respon yang berbentuk kontinu. Diduga ada beberapa faktor yang mempengaruhi angka tersebut dengan adanya variasi yang berbeda di setiap daerah. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah faktor-faktor apa saja yang menyebabkan gizi buruk pada balita di Jawa Timur dengan mempertimbangkan aspek spasial?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mendapatkan karakteristik angka gizi buruk pada balita dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Jawa Timur pada tahun 2013.
2. Mendapatkan hubungan antara angka gizi buruk balita dengan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2013 dengan menggunakan GWR.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai informasi tentang faktor-faktor yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk balita pada setiap kabupaten/kota di Jawa Timur.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu hanya menggunakan data angka gizi buruk balita pada 38 kabupaten/kota di Jawa Timur tahun 2013, yang merupakan data Profil Kesehatan Jawa Timur tahun 2013 serta SUSENAS tahun 2013.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peta Tematik

Peta tematik adalah peta rupa bumi yang digunakan untuk memperlihatkan konsep geografis suatu kondisi tertentu, seperti populasi, kepadatan, iklim, dll, berdasarkan data kualitatif maupun kuantitatif (Kartika, 2007). Salah satu metode klasifikasi peta tematik adalah *natural break*. Pada metode ini digunakan optimasi Jenks, yaitu mereduksi nilai varians pada kelas yang sama dan memaksimumkan nilai varians untuk kelas yang berbeda. Berikut adalah algoritma metode *natural break*.

1. Membagi daerah menjadi sebanyak m kelompok dari n wilayah. Sehingga terbentuk kombinasi antara n dan m kelompok.
2. Menghitung rata-rata setiap kelompok. Hasil rata-rata dilambangkan \bar{x}_q dengan $q = 1, \dots, m$.
3. Menghitung jumlah standar deviasi kuadrat setiap kelompok kombinasi wilayah.
4. Pembagian kelompok dengan jumlahan standar deviasi kuadrat terkecil adalah pembagian wilayah yang optimum.

2.2 Multikolinieritas

Multikolinieritas digunakan untuk menunjukkan adanya hubungan linier di antara variabel-variabel prediktor dalam model regresi berganda (Wasilaine, 2014). Adanya korelasi dalam model regresi menyebabkan taksiran parameter regresi yang dihasilkan akan memiliki residual yang besar. Pendeteksian adanya kasus multikolinieritas menurut Hocking (1996) dalam Santoso (2012) dapat dilihat melalui koefisien korelasi Pearson (r_{ij}). Jika koefisien korelasi Pearson (r_{ij}) antar variabel lebih dari 0,95 maka terdapat korelasi antar variabel tersebut (Gujarati, 2004). Selain itu untuk mengidentifikasi multikolinieritas dapat dilakukan dengan melihat nilai *variance inflation factors* (VIF) yang lebih besar dari 10. Berikut adalah rumusnya:

$$VIF_k = \frac{1}{1 - R_k^2} \quad (2.1)$$

dengan

R_k^2 = koefisien determinasi untuk regresi antar variabel prediktor

yang memiliki rumus $R_k^2 = 1 - \frac{SSE}{SST}$

k = variabel prediktor ke- k .

Solusi untuk mengatasi adanya kasus tersebut adalah dengan mengeluarkan variabel prediktor yang tidak signifikan satu per satu yang memiliki nilai VIF terbesar dan meregresikan kembali variabel-variabel prediktor yang signifikan.

2.3 Model Regresi Linier

Metode regresi linier merupakan metode yang digunakan untuk menjelaskan hubungan antara satu variabel respon dan satu atau lebih variabel bebas. Regresi yang hanya melibatkan satu variabel bebas disebut regresi linier sederhana. Sementara itu, regresi berganda adalah regresi yang melibatkan dua atau variabel bebas dengan model regresi sebagai berikut (Draper & Smith, 1992):

$$y_i = \beta_0 + \sum_{k=1}^p \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i \quad (2.2)$$

dengan

y_i = nilai observasi variabel respon pada pengamatan ke- i

X_{ik} = nilai observasi variabel prediktor ke- k pada pengamatan ke- i

β_0 = nilai intersep model regresi

β_k = koefisien regresi variabel prediktor ke- k

ε_i = error pada pengamatan ke- i dengan asumsi independen, identik, dan berdistribusi normal, dengan mean nol dan varians konstan σ^2 .

Pada model ini hubungan antara variabel prediktor dan variabel respon dianggap konstan pada setiap lokasi geografis.

Formula bentuk matriks untuk regresi linier berganda dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.3)$$

dengan

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{np} \end{bmatrix}, \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{bmatrix}, \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

di mana

\mathbf{y} = vektor observasi variabel respon berukuran $n \times 1$

\mathbf{X} = matriks variabel prediktor berukuran $n \times (p + 1)$

$\boldsymbol{\beta}$ = vektor parameter berukuran $(p + 1) \times 1$

$\boldsymbol{\varepsilon}$ = vektor error berukuran $n \times 1$.

2.3.1 Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Estimator dari parameter model ($\boldsymbol{\beta}$) didapat dengan meminimumkan jumlah kuadrat error atau yang dikenal dengan *ordinary least square* (OLS). Pendugaan parameter model didapat dari persamaan berikut (Draper & Smith, 1992):

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{y} \quad (2.5)$$

dengan

$\hat{\boldsymbol{\beta}}$ = vektor parameter yang diestimasi berukuran $(p + 1) \times 1$

\mathbf{X} = matriks variabel prediktor berukuran $n \times (p + 1)$

\mathbf{y} = vektor observasi variabel respon berukuran $n \times 1$

2.3.2 Pengujian Parameter Model Regresi Linier

Pengujian parameter model regresi bertujuan untuk mengetahui apakah parameter tersebut telah menunjukkan hubungan yang nyata antara variabel prediktor dan variabel respon dan juga untuk mengetahui kelayakan parameter dalam menjelaskan model. Pengujian ini dibagi menjadi dua, yaitu pengujian parameter secara serentak dan secara parsial.

a. Uji Serentak

Pengujian parameter secara serentak merupakan pengujian secara bersama semua parameter dalam model regresi dengan menggunakan analisis varians (ANOVA) yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Analisis Varians Model Regresi

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung
Regresi	p	$SSR = \sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$MSR = SSR / p$	$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE}$
Error	$n - (p + 1)$	$SSE = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$MSE = \frac{SSE}{n - (p + 1)}$	
Total	$n - 1$	$SST = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$		

Hipotesis uji signifikansi parameter secara serentak adalah:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan adalah:

$$F_{hitung} = \frac{MSR}{MSE} \quad (2.6)$$

Daerah penolakan H_0 adalah $F_{hitung} > F_{\alpha, p, (n-p-1)}$, yang artinya paling sedikit ada satu variabel prediktor yang memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon (Draper & Smith, 1992).

b. Uji Parsial

Pengujian secara parsial atau secara individu digunakan untuk mengetahui parameter mana saja yang signifikan terhadap model.

Hipotesis:

$$H_0 : \beta_k = 0$$

$$H_1 : \beta_k \neq 0, \text{ dimana } k = 1, 2, \dots, p$$

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_k}{SE(\hat{\beta}_k)} \quad (2.7)$$

dengan

$$SE(\hat{\beta}_k) = \sqrt{\frac{MSE}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}$$

$$MSE = \frac{SSE}{n - (p + 1)}$$

di mana SSE adalah jumlahan *error* dengan rumus yang tertera pada Tabel 2.1, x_i merupakan nilai prediktor pada pengamatan ke- i , \bar{x} merupakan nilai rata-rata variabel prediktor. Jika taraf signifikansi sebesar α , maka daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|t_{hitung}| > t_{(\alpha/2, n-p-1)}$. Hal ini berarti ada pengaruh antara variabel prediktor terhadap variabel respon (Draper & Smith, 1992).

2.3.3 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi Linier

Dalam model regresi linier terdapat tiga asumsi yang harus dipenuhi, yaitu residual bersifat identik, independen, serta berdistribusi normal. Untuk mengetahui apakah ketiga asumsi tersebut telah terpenuhi, maka dilakukan pengujian seperti yang dijelaskan berikut ini.

a. Uji Distribusi Normal pada Residual

Pengujian residual berdistribusi normal standar diperlukan untuk memenuhi asumsi pada regresi linier (Draper & Smith, 1992). Pengujian ini dapat dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah hipotesisnya.

$H_0 : F_n(y) = F_0(y)$ (residual berdistribusi normal)

$H_1 : F_n(y) \neq F_0(y)$ (residual tidak berdistribusi normal)

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$D = \sup_x |F_n(x) - F_0(x)| \quad (2.8)$$

dengan $F_n(x)$ merupakan nilai distribusi kumulatif sampel dan $F_0(x)$ merupakan nilai distribusi kumulatif bawah x untuk distribusi normal ($P(Z < Zi)$). Daerah penolakan H_0 berlaku untuk

$|D| > P_{1-\alpha/2}$, di mana $P_{1-\alpha/2}$ adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov-Smirnov* satu sampel.

b. Uji Independen pada Residual

Pengujian asumsi independen pada residual bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar residual. Salah satu uji yang digunakan untuk menguji independensi adalah uji Durbin-Watson. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

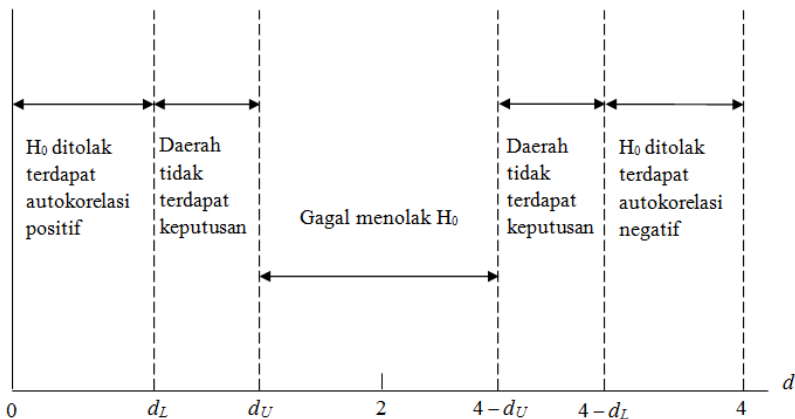
H_0 : Tidak ada serial autokorelasi baik positif maupun negatif

H_1 : Ada serial autokorelasi baik positif maupun negatif

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$d = \frac{\sum_{i=2}^n (e_i - e_{i-1})^2}{\sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (2.9)$$

di mana e_i merupakan residual ke- i , e_{i-1} merupakan residual pengamatan sebelumnya atau pengamatan ke $i-1$. Pengambilan keputusan dilakukan dengan membandingkan statistik uji *Durbin-Watson* dengan nilai tabel *Durbin-Watson*, yaitu d_L (nilai batas bawah) dan d_U (nilai batas atas). Gambar 2.1 merupakan kriteria daerah penolakan untuk uji *Durbin-Watson* (Gujarati, 2004).



Gambar 2.1 Kriteria Daerah Penolakan Uji *Durbin-Watson*

c. Uji Identik pada Residual

Pengujian asumsi identik pada residual bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat ketidaksamaan varians dari residual antar pengamatan atau dengan kata lain terjadi heteroskedastisitas. Salah satu uji yang digunakan adalah uji *Glejser* (Gujarati, 2004) dengan hipotesis sebagai berikut:

H_0 : residual identik (homoskedastisitas)

H_1 : residual tidak identik (heteroskedastisitas)

Uji ini dilakukan dengan meregresikan nilai absolute *error* dari model yang dibuat dengan semua variabel prediktor yang ada. Jika variabel prediktor signifikan maka disimpulkan terjadi heteroskedastisitas, sebaliknya jika variabel prediktornya tidak signifikan maka terjadi homoskedastisitas (Draper & Smith, 1992).

2.4 Pengujian Aspek Data Spasial

Analisis spasial dilakukan jika data yang digunakan memenuhi aspek spasial yaitu memiliki dependensi spasial dan atau heterogenitas spasial. Dependensi spasial menunjukkan bahwa pengamatan di suatu lokasi bergantung pada pengamatan di lokasi lain yang letaknya berdekatan. Heterogenitas merujuk pada variasi yang terdapat di setiap lokasi. Setiap lokasi memiliki kekhasan atau karakteristik sendiri dibandingkan dengan lokasi lainnya. Heterogenitas spasial disebabkan oleh kondisi unit-unit spasial di dalam suatu wilayah penelitian yang pada dasarnya tidaklah homogen. Dampaknya parameter regresi bervariasi secara spasial atau nonstasioneritas spasial pada parameter regresi (Anselin, 1988).

2.4.1 Pengujian Dependensi Spasial

Salah satu metode untuk mengidentifikasi adanya dependensi spasial adalah pengujian Moran's I. Uji Moran's I dengan notasi I merupakan metode pengujian dependensi spasial berdasarkan kuadrat residual terkecil. Berikut adalah rumus untuk Moran's I:

$$\hat{I} = \frac{n}{S_0} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (y_i - \bar{y})(y_j - \bar{y})}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.10)$$

dengan

\bar{y} = rata-rata variabel y

w_{ij} = elemen matriks pembobot

$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ = jumlahan matriks pembobot.

Nilai dari indeks I berkisar antara -1 dan 1. Apabila $\hat{I} = \hat{I}_0$ maka memiliki pola menyebar tidak merata (tidak ada korelasi) dan apabila $\hat{I} \neq \hat{I}_0$ berarti terjadi autokorelasi. Saat I positif terjadi autokorelasi positif serta sebaliknya, saat I negatif terjadi autokorelasi negatif. Sedangkan jika $\hat{I} > \hat{I}_0$ maka memiliki pola mengelompok (*cluster*) dan jika $\hat{I} < \hat{I}_0$ memiliki pola menyebar.

Hipotesis pengujian dependensi spasial adalah sebagai berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (ada dependensi spasial)

Menurut Cliff dan Ord (1972) dalam Anselin (1988), distribusi asimtotik untuk statistik Moran's I mirip dengan distribusi normal standar. Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$Z_I = \frac{\hat{I} - E(\hat{I})}{\sqrt{\text{var}(\hat{I})}} \quad (2.11)$$

dengan

\hat{I} = indeks Moran's I

Z_I = nilai statisik uji indeks Moran's I

$E(\hat{I})$ = nilai ekspektasi indeks Moran's I

$\text{var}(\hat{I})$ = nilai varians indeks Moran's I

$$\hat{I}_0 = E(\hat{I}) = \frac{-1}{n-1} \quad (2.12)$$

$$\text{var}(\hat{I}) = \frac{n^2 S_1 - n S_2 + 3 S_0 S_1^2}{(n^2 - 1) S_0^2} - [E(\hat{I})]^2 \quad (2.13)$$

di mana

$$S_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$$

$$S_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (w_{ij} + w_{ji})^2}{2}$$

$$S_2 = \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^n w_{ij} + \sum_{j=1}^n w_{ji} \right)^2 = \sum_{i=1}^n (w_{i\bullet} + w_{\bullet i})^2$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|Z_{I \text{ hitung}}| > Z_{1-\alpha/2}$, yang artinya terdapat dependensi spasial.

2.4.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Perbedaan karakteristik antara satu titik pengamatan dengan titik pengamatan lainnya menyebabkan adanya heterogenitas spasial. Untuk melihat adanya heterogenitas spasial pada data dapat dilakukan pengujian *Breusch-Pagan* (Anselin, 1988) dengan hipotesis sebagai berikut.

H_0 : variansi antar lokasi sama

H_1 : variansi antar lokasi berbeda

Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini:

$$BP = \frac{1}{2} \mathbf{f}' \mathbf{Z} (\mathbf{Z}' \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}' \mathbf{f} \quad (2.14)$$

dengan elemen vektor \mathbf{f} adalah:

$$f_i = \left(\frac{e_i^2}{\hat{\sigma}^2} - 1 \right) \quad (2.15)$$

di mana

$$\mathbf{f} = (f_1, f_2, \dots, f_n)^T$$

$e_i = y_i - \hat{y}_i$, (\hat{y}_i diperoleh dari metode regresi linier)

$\hat{\sigma}^2$ = estimasi varians dari y

\mathbf{Z} = matriks berukuran $n \times (p+1)$ yang berisi vektor yang sudah di normal bakukan (z) untuk setiap pengamatan.

Daerah penolakan H_0 adalah jika statistik uji $BP > \chi^2_{(\alpha, p)}$, yang artinya variansi antar lokasi berbeda.

2.5 Model Geographically Weighted Regression

Model *Geographically Weighted Regression* (GWR) merupakan pengembangan dari model regresi linier dimana setiap parameter dihitung pada setiap titik lokasi, sehingga setiap titik lokasi geografis mempunyai nilai parameter regresi yang berbeda-beda. Variabel respon y dalam model GWR bersifat kontinu dan diprediksi dengan variabel prediktor yang masing-masing koefisien regresinya bergantung pada lokasi di mana data tersebut diamati. Model GWR dapat ditulis sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002):

$$y_i = \beta_0(u_i, v_i) + \sum_{k=1}^p \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i; \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.16)$$

dengan

y_i : nilai observasi variabel respon pada lokasi ke- i

x_{ik} : nilai observasi variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i ,
 $k = 1, 2, \dots, p$

(u_i, v_i) : titik koordinat *longitude* dan *latitude* lokasi ke- i

$\beta_0(u_i, v_i)$: intersep model GWR

$\beta_k(u_i, v_i)$: koefisien regresi variabel prediktor ke- k pada lokasi ke- i

ε_i : *error* pada lokasi ke- i .

2.5.1 Penentuan Bandwidth dan Pembobot Optimum

Matriks pembobot merupakan matriks diagonal yang menunjukkan pembobot yang bervariasi dari setiap estimasi parameter pada lokasi ke- i .

$$\mathbf{W}(u_i, v_i) = \begin{bmatrix} w_{i1} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & w_{i2} & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & w_{in} \end{bmatrix} \quad (2.17)$$

Peran pembobot pada model GWR sangat penting karena nilai pembobot mewakili letak data observasi satu dengan lainnya. Besarnya pembobot untuk tiap lokasi yang berbeda dapat ditentukan salah satunya dengan menggunakan fungsi kernel (*kernel function*). Fungsi kernel digunakan untuk mengestimasi parameter dalam model GWR jika fungsi jarak (w_{ij}) adalah fungsi yang kontinu (Chasco, García, & Vicéns, 2007). Pembobot yang terbentuk dari fungsi kernel dapat ditulis sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002).

1. *Fixed Gaussian*

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{h} \right)^2 \right) \quad (2.18)$$

2. *Fixed Bisquare*

$$w_{ij} = \begin{cases} (1 - (d_{ij} / h)^2)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq h \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > h \end{cases} \quad (2.19)$$

Sedangkan fungsi kernel *adaptive* memiliki *bandwidth* yang berbeda pada tiap lokasi pengamatan, dengan fungsi pembobot sebagai berikut:

1. *Adaptive Gaussian*

$$w_{ij} = \exp \left(-\frac{1}{2} \left(\frac{d_{ij}}{h_i} \right)^2 \right) \quad (2.20)$$

2. *Adaptive Bisquare*

$$w_{ij} = \begin{cases} (1 - (d_{ij} / h_i)^2)^2, & \text{untuk } d_{ij} \leq h_i \\ 0, & \text{untuk } d_{ij} > h_i \end{cases} \quad (2.21)$$

dengan $d_{ij} = \sqrt{(u_i - u_j)^2 + (v_i - v_j)^2}$ adalah jarak *euclidean* antara lokasi (u_i, v_i) ke lokasi (u_j, v_j) dan h_i adalah parameter

non negatif yang diketahui di setiap lokasi ke- i dan biasanya disebut parameter penghalus (*bandwidth*).

Bandwidth merupakan radius suatu lingkaran dimana titik yang berada dalam radius lingkaran masih dianggap berpengaruh dalam membentuk parameter model di lokasi ke- i . Nilai *bandwidth* yang sangat kecil akan menyebabkan varians akan semakin besar. Hal tersebut dikarenakan jika nilai *bandwidth* sangat kecil maka akan semakin sedikit pengamatan yang berada dalam radius h , sehingga model yang diperoleh akan sangat kasar (*under smoothing*) karena hasil estimasi dengan menggunakan sedikit pengamatan. Sebaliknya nilai *bandwidth* yang besar akan menimbulkan bias yang semakin besar. Sebab jika nilai *bandwidth* sangat besar maka akan semakin banyak pengamatan yang berada dalam radius h , sehingga model yang diperoleh akan terlampaui halus (*over smoothing*) karena hasil estimasi dengan menggunakan banyak pengamatan (Santoso, 2012).

Pemilihan *bandwidth* optimum menjadi sangat penting karena akan mempengaruhi ketepatan model terhadap data, yaitu mengatur varians dan bias dari model. Oleh karena itu, digunakan metode *Cross Validation* (CV) untuk menentukan *bandwidth* optimum, yang dirumuskan sebagai berikut (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002):

$$CV(h) = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_{\neq i}(h))^2 \quad (2.22)$$

dengan

$\hat{y}_{\neq i}(h)$ = nilai estimasi y_i dimana pengamatan lokasi (u_i, v_i) dihilangkan dari proses estimasi
 n = jumlah sampel.

2.5.2 Estimasi Parameter Model GWR

Estimasi parameter model GWR dilakukan dengan metode *Weighted Least Squares* (WLS) yaitu dengan memberikan pembobot yang berbeda untuk setiap lokasi dimana data diamati. Pemberian bobot ini sesuai dengan Hukum I Tobler: “*Everything is related to everything else, but near things are more related than distant things*”/ Segala sesuatu saling berhubungan satu dengan

yang lainnya, tetapi sesuatu yang dekat lebih mempunyai pengaruh daripada sesuatu yang jauh”, sehingga pada model GWR diasumsikan bahwa daerah yang dekat dengan lokasi pengamatan ke- i mempunyai pengaruh yang besar terhadap estimasi parameternya dari $\beta_k(u_i, v_i)$ daripada data yang berada jauh dari lokasi pengamatan ke- i (Anselin, 1988).

Berikut merupakan bentuk estimasi parameter dari model GWR untuk setiap lokasi (Fotheringham, Brunsdon, & Charlton, 2002).

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{y} \quad (2.23)$$

di mana

$$\hat{\beta}(u_i, v_i) = \begin{pmatrix} \beta_0(u_i, v_i) \\ \beta_1(u_i, v_i) \\ \vdots \\ \beta_p(u_i, v_i) \end{pmatrix} \quad (2.24)$$

Jika terdapat n lokasi sampel maka estimasi ini merupakan estimasi dari setiap baris dan matriks lokal parameter seluruh lokasi yang ditunjukkan sebagai berikut.

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} \beta_0(u_1, v_1) & \beta_1(u_1, v_1) & \beta_2(u_1, v_1) & \cdots & \beta_p(u_1, v_1) \\ \beta_0(u_2, v_2) & \beta_1(u_2, v_2) & \beta_2(u_2, v_2) & \cdots & \beta_p(u_2, v_2) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \beta_0(u_n, v_n) & \beta_1(u_n, v_n) & \beta_2(u_n, v_n) & \cdots & \beta_p(u_n, v_n) \end{bmatrix} \quad (2.25)$$

2.5.3 Uji Hipotesis Model GWR

Pengujian hipotesis pada model GWR terdiri dari pengujian model GWR secara serentak atau kesesuaian model untuk menguji signifikansi dari faktor geografis dan pengujian parameter model secara parsial.

a. Uji Kesesuaian Model GWR

Pengujian kesesuaian model (*goodness of fit*) dilakukan untuk menguji signifikansi dari faktor geografis. Pengujian ini bertujuan untuk menjelaskan apakah model GWR dapat men-

jelaskan lebih baik dibandingkan dengan model regresi linier atau tidak. Berikut adalah hipotesisnya:

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = \beta_k, k = 1, 2, \dots, p, i = 1, 2, \dots, n$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k$$

Penentuan statistik uji berdasarkan pada *Sum Square Error* (SSE) yang diperoleh masing-masing di bawah H_0 dan H_1 (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002). Jika di bawah kondisi H_0 maka menggunakan metode regresi linier untuk mendapatkan nilai SSE seperti berikut:

$$\begin{aligned} SSE(H_0) &= \hat{\epsilon}'\hat{\epsilon} = (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}})'(\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}) \\ &= \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{H})\mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.26)$$

dengan $\mathbf{H} = \mathbf{X}(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'$ bersifat *idempotent*, yaitu matriks bujur sangkar di mana berlaku $A^2 = A$ atau $A^n = A$ untuk suatu n .

Di bawah kondisi H_1 , koefisien regresi yang bervariasi secara spasial ditentukan dengan metode GWR, sehingga diperoleh SSE sebagai berikut

$$\begin{aligned} SSE(H_1) &= \hat{\epsilon}'\hat{\epsilon} = (\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}})'(\mathbf{y} - \hat{\mathbf{y}}) \\ &= \mathbf{y}'(\mathbf{I} - \mathbf{L})'(\mathbf{I} - \mathbf{L})\mathbf{y} \end{aligned} \quad (2.27)$$

di mana

$$\mathbf{L} = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} \\ \mathbf{x}_2^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} \\ \vdots \\ \mathbf{x}_n^T (\mathbf{X}^T \mathbf{W} \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{W} \end{pmatrix}$$

dengan $\mathbf{x}_i^T = (1, x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{ip})$ adalah elemen baris ke- i dari matriks \mathbf{X} dan \mathbf{I} merupakan matriks identitas. Sehingga diperoleh statistik uji sebagai berikut.

$$F = \frac{SSE(H_1) / (\delta_1^2 / \delta_2)}{SSE(H_0) / (n - p - 1)} \quad (2.28)$$

Di bawah H_0 , F_{hit} akan mengikuti distribusi F dengan derajat bebas $df_1 = \left(\frac{\delta_1^2}{\delta_2} \right)$ dan $df_2 = (n - p - 1)$, dimana $\delta_1 = \text{tr}((\mathbf{I} - \mathbf{L})'(\mathbf{I} - \mathbf{L}))$ dan $\delta_2 = \text{tr}((\mathbf{I} - \mathbf{L})'(\mathbf{I} - \mathbf{L}))^2$.

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $F > F_{(\alpha, df_1, df_2)}$, yang artinya ada perbedaan signifikan antara regresi linier dan GWR.

b. Uji Signifikansi Parameter Model GWR

Pengujian parameter model GWR dilakukan untuk mengetahui parameter yang berpengaruh secara signifikan terhadap variabel respon secara parsial. Hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0, \quad k = 1, 2, \dots, p$$

Estimasi parameter $\beta(u_i, v_i)$ akan mengikuti distribusi normal dengan rata-rata $\beta(u_i, v_i)$ serta matriks kovarians $\mathbf{C}\mathbf{C}'\sigma^2$, dengan

$$\mathbf{C} = (\mathbf{X}'\mathbf{W}\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{W}$$

sehingga didapatkan

$$\frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i) - \beta_k(u_i, v_i)}{\sigma\sqrt{c_{kk}}} \sim N(0,1)$$

dimana c_{kk} adalah elemen diagonal ke- k dari matriks $\mathbf{C}\mathbf{C}'$. Statistik uji yang digunakan dalam pengujian ini (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002):

$$t_{\text{hitung}} = \frac{\hat{\beta}_k(u_i, v_i)}{\hat{\sigma}\sqrt{c_{kk}}} \quad (2.29)$$

dengan

$$\hat{\sigma} = \text{akar dari } \hat{\sigma}^2 = \frac{\text{SSE}(H_1)}{\delta_1}$$

Daerah penolakan H_0 berlaku untuk $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2, (\hat{\sigma}_1^2/\hat{\sigma}_2)}$, yang artinya parameter variabel prediktor berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

2.6 Pemilihan Model Terbaik

Pemilihan model terbaik dalam konteks GWR dapat dilakukan menggunakan metode *Akaike Information Criterion* (AIC) dengan nilai terkecil (Fotheringham, Brunson, & Charlton, 2002). AIC dapat digunakan sebagai kriteria pemilihan model terbaik untuk tiga macam perbandingan model GWR. Pertama, perbandingan model GWR dengan variabel prediktor yang berbeda. Kedua, perbandingan model GWR dengan model regresi linier. Yang terakhir perbandingan model GWR dengan *bandwidth/* pembobot yang berbeda. Bentuk persamaan dari AIC adalah sebagai berikut:

$$AIC = 2n \log_{\varepsilon}(\hat{\sigma}) + n \log_{\varepsilon}(2\pi) + n + \text{tr}(\mathbf{L}) \quad (2.30)$$

dimana

$\hat{\sigma}$ = nilai estimator standar deviasi dari *error* hasil estimasi maksimum *likelihood*, yaitu

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n}$$

\mathbf{L} = Matriks proyeksi dimana $\hat{\mathbf{y}} = \mathbf{L}\mathbf{y}$.

2.7 Status Gizi Balita

Gizi yang baik merupakan pra kondisi yang menentukan status kesehatan di mana kondisi kesehatan dan gizi juga merupakan tolok ukur dari kesejahteraan rakyat. Keadaan gizi yang baik merupakan prasyarat utama dalam mewujudkan sumber daya manusia yang sehat dan berkualitas. Gambar 2.2 merupakan gambar siklus gizi kehidupan manusia yang menjelaskan sebab akibat dari kekurangan gizi. Perkembangan gizi manusia dimulai sejak dalam kandungan (janin), bayi, anak, dewasa, hingga lanjut usia.

Anak balita sehat atau kurang gizi dapat diketahui dari pertambahan berat badannya tiap bulan sampai usia minimal 2 tahun (baduta). Apabila pertambahan berat badan sesuai dengan pertambahan umur menurut standar WHO, dia bergizi baik. Kalau sedikit dibawah standar disebut bergizi kurang yang bersifat kronis. Apabila jauh dibawah standar dikatakan bergizi buruk. Jadi istilah gizi buruk adalah salah satu bentuk kekurangan gizi tingkat berat atau akut (Lingga, 2010).



Gambar 2.2 Masalah Gizi dalam Siklus Hidup Manusia
Sumber: Dinas Kesehatan Jawa Timur (2009)

Gizi buruk (*severe malnutrition*) adalah suatu kondisi di mana seseorang dinyatakan kekurangan nutrisi, atau dengan ungkapan lain nutrisinya berada di bawah standar rata-rata (Dinas Kesehatan Jawa Timur, 2006). Nutrisi yang dimaksud bisa berupa protein, karbohidrat dan kalori. Status gizi buruk dibagi menjadi tiga bagian, yakni gizi buruk karena kekurangan protein (*kwashiorkor*), karena kekurangan karbohidrat atau kalori (*marasmus*), dan kekurangan kedua-duanya (*kwashiorkor-marasmus*). Kasus gizi buruk biasanya terjadi pada anak balita (bawah lima tahun) dan ditampakkkan oleh membusungnya perut (busung lapar). Hal ini dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan fisik, perkem-

bangun mental dan kecerdasan, hingga resiko kematian. Angka gizi buruk dirumuskan sebagai berikut.

$$\text{Angka gizi buruk pada balita} = \frac{\sum \text{balita gizi buruk}}{\sum \text{balita ditimbang}} \times 1000 \quad (2.31)$$

2.8 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Gizi Buruk pada Balita

Kejadian gizi buruk pada anak bukan saja disebabkan oleh rendahnya *intake* (konsumsi) makanan terhadap kebutuhan makanan anak, tetapi kebanyakan orang tua tidak tahu melakukan penilaian status gizi terhadap anaknya (Hermanto, 2013). Menurut Ikatan Dokter Anak Indonesia (IDAI), ada 3 faktor penyebab gizi buruk pada balita, yaitu keluarga miskin, ketidaktahuan orang tua atas pemberian gizi yang baik anak, dan terakhir faktor penyakit bawaan pada anak. Penyebab lain yang mengakibatkan terjadinya gizi buruk adalah (i) faktor ketersediaan pangan yang bergizi dan terjangkau masyarakat, (ii) perilaku dan budaya dalam pengolahan pangan dan pengasuhan asuh anak, dan (iii) pengelolaan yang buruk dan perawatan kesehatan yang tidak memadai.

Sedangkan menurut Departemen Kesehatan (2012) indikator program gizi yang diperlukan dalam pelaporan gizi di antaranya jumlah Fe, berat badan balita, cakupan ASI eksklusif, vitamin A, MP-ASI, dan konsumsi garam beryodium.

2.9 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang gizi buruk antara lain dilakukan oleh Megahardiyani (2009) yang meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi status gizi balita masyarakat nelayan kecamatan Bulak Surabaya dengan regresi logistik ordinal. Penelitian ini menyimpulkan faktor-faktor yang berpengaruh yaitu pendidikan ibu, kelengkapan imunisasi, dan penghasilan. Dewi (2012) meneliti faktor-faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk di Jawa Timur dengan pendekatan regresi nonparametrik *spline*. Hasil dari penelitian tersebut adalah terdapat tiga variabel yang

berpengaruh, yaitu persentase ibu hamil yang mendapat Fe³, persentase persalinan ditolong tenaga kesehatan, dan persentase rumah tangga dengan akses air bersih. Kemudian Saputra & Nurrizka (2012) meneliti faktor demografi dan risiko gizi buruk dan gizi kurang dengan regresi logistik ordinal. Kesimpulan dari penelitian ini adalah faktor yang berpengaruh yaitu kemiskinan dan rendahnya pendidikan orang tua.

Sedangkan penelitian mengenai gizi buruk dengan menggunakan metode GWR antara lain Ayunin (2011) tentang pemodelan balita gizi buruk di Kabupaten Ngawi. Kesimpulan dari penelitian ini faktor yang berpengaruh yaitu ASI eksklusif, akses terhadap air bersih, BBLR, dan rumah tangga miskin. Marchaningtyas (2013) meneliti tentang pemodelan kasus balita gizi buruk di Kabupaten Bojonegoro. Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat variasi secara spasial pada kasus balita gizi buruk di Kabupaten Bojonegoro dengan faktor yang berpengaruh yaitu persentase ibu yang mendapat tablet Fe³, persentase balita yang ditimbang, persentase ibu bersalin yang ditolong oleh tenaga kesehatan, persentase kunjungan bayi, persentase rumah tangga yang ber-PHBS, dan persentase posyandu aktif. Maulani (2013) meneliti tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kasus gizi buruk anak balita di Jawa Barat. Hasil dari penelitian ini adalah BBLR, bayi mendapat vitamin A, sarana kesehatan, ASI eksklusif, penduduk miskin, dan usia perkawinan pertama merupakan faktor yang berpengaruh pada gizi buruk balita di Jawa Barat.

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

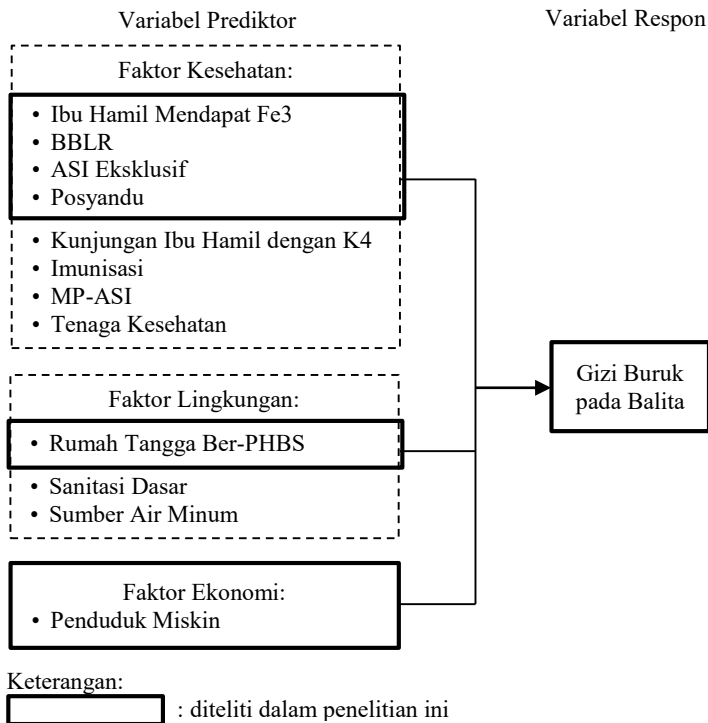
3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini merupakan data sekunder dari Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur tahun 2013 yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan Jawa Timur, yaitu angka gizi buruk pada balita. Data mengenai faktor kesehatan serta lingkungan yang mempengaruhi gizi buruk juga berasal dari Profil Kesehatan Jawa Timur. Sedangkan data kemiskinan berasal dari data hasil Survei Sosial Ekonomi Nasional (SUSENAS) pada tahun 2013 yang dilakukan oleh BPS.

3.2 Kerangka Konsep

Berdasarkan teori yang ada, maka dikembangkan kerangka konsep sebagai arahan dalam proses penelitian ini yang disajikan seperti Gambar 3.1. Berdasarkan gambar tersebut dapat dijelaskan bahwa gizi buruk pada balita disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor kesehatan, lingkungan, dan ekonomi. Faktor kesehatan meliputi indikator ibu hamil mendapat Fe3, BBLR, ASI eksklusif, posyandu puri, kunjungan ibu hamil dengan K4, imunisasi, MP-ASI, dan tenaga medis. Faktor lingkungan meliputi indikator rumah tangga berperilaku hidup bersih dan sehat (PHBS), sanitasi dasar, dan air minum. Sedangkan faktor ekonomi diwakili oleh indikator penduduk miskin.

Tidak semua indikator akan digunakan dalam penelitian ini, melainkan enam indikator saja. Enam indikator tersebut yaitu ibu hamil mendapat Fe3, BBLR, ASI eksklusif, posyandu, PHBS, dan penduduk miskin.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

3.3 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat dua jenis variabel yang digunakan, yaitu satu variabel respon dan enam variabel prediktor dengan unit observasi sebanyak 38 kabupaten/kota di Jawa Timur. Variabel-variabel tersebut disajikan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Variabel Penelitian

No.	Variabel	Skala Variabel
1	Angka Gizi Buruk pada Balita (Y)	Rasio
2	Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3 (X_1)	Rasio
3	Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah (X_2)	Rasio
4	Persentase Pemberian ASI Eksklusif (X_3)	Rasio

No.	Variabel	Skala Variabel
5	Presentase Posyandu Puri (X_4)	Rasio
6	Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) (X_5)	Rasio
7	Persentase Penduduk Miskin (X_6)	Rasio

Berikut merupakan penjelasan dari variabel prediktor yang digunakan dalam penelitian ini yang tercantum pada Tabel 3.1.

1. Angka gizi buruk pada balita merupakan perbandingan antara banyaknya balita yang mengalami gizi buruk dengan jumlah balita ditimbang dikalikan 1000 (Departemen Kesehatan, 2012).
2. Persentase ibu hamil mendapat Fe3 merupakan perbandingan antara banyaknya ibu hamil yang mendapatkan minimal 90 tablet Fe3 selama periode kehamilannya dengan jumlah ibu hamil dikalikan 100% (Departemen Kesehatan, 2012).
3. Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah (BBLR) merupakan perbandingan antara banyaknya bayi lahir dengan berat kurang dari 2500 gram dengan jumlah bayi lahir dikalikan 100% (Departemen Kesehatan, 2012).
4. Persentase pemberian ASI eksklusif merupakan perbandingan antara banyaknya bayi yang mendapatkan ASI eksklusif berusia 0-5 bulan 29 hari tanpa makanan/ cairan lain dengan jumlah bayi berusia 0-5 bulan 29 hari dikalikan 100% (Departemen Kesehatan, 2012).
5. Persentase posyandu puri merupakan perbandingan antara banyaknya posyandu yang mencapai tingkatan purnama dan mandiri dengan jumlah balita dikalikan 100% (Puskesmas Kraksaan, 2013).
6. Persentase rumah tangga berperilaku hidup bersih (PHBS) merupakan perbandingan antara banyaknya rumah tangga yang dikategorikan memenuhi enam atau lebih indikator untuk rumah tangga yang punya balita dan lima indikator atau lebih untuk rumah tangga yang tidak mempunyai balita dengan jumlah rumah tangga dikalikan 100% (Kementrian Kesehatan RI, 2013).

7. Persentase penduduk miskin merupakan perbandingan antara banyaknya rumah tangga yang tidak mampu memenuhi kebutuhan dasar makanan dengan jumlah rumah tangga dikalikan 100% (BPS, 2016).

Sedangkan aspek geografis kabupaten/kota di Jawa Timur direpresentasikan oleh koordinat lintang dan bujur, dengan u adalah garis lintang dan v adalah garis bujur. Struktur data dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 3.2 berikut

Tabel 3.2 Struktur Data Model GWR

Kabupaten/kota	(u, v)	Y	X_1	X_2	....	X_6
Pacitan	(u_1, v_1)	Y_1	$X_{1,1}$	$X_{2,1}$	....	$X_{6,1}$
Ponorogo	(u_2, v_2)	Y_2	$X_{1,2}$	$X_{2,2}$	....	$X_{6,2}$
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
Kota Batu	(u_{38}, v_{38})	Y_{38}	$X_{1,38}$	$X_{2,38}$	....	$X_{6,38}$

3.4 Langkah Analisis Data

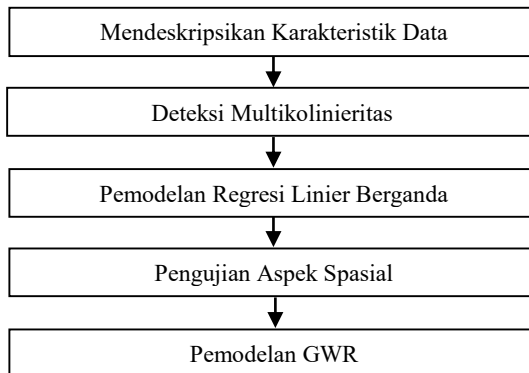
Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah GWR. Berikut adalah langkah-langkah analisis yang dilakukan dalam penelitian ini.

1. Mendeskripsikan karakteristik angka gizi buruk pada balita dan faktor-faktor yang mempengaruhi di Jawa Timur dengan menggunakan statistika deskriptif serta peta tematik.
2. Mendeteksi dan mengatasi kasus multikolinieritas berdasarkan nilai VIF.
3. Menganalisis model gizi buruk menggunakan regresi linier berganda dengan langkah sebagai berikut.
 - a. Melakukan estimasi parameter model regresi linier berganda.
 - b. Melakukan pengujian signifikansi parameter.
4. Melakukan pengujian aspek data spasial, yaitu uji dependensi spasial serta uji heterogenitas spasial.
5. Menganalisis model gizi buruk menggunakan GWR dengan langkah sebagai berikut.

- a. Menghitung jarak *euclidean* antar lokasi pengamatan berdasarkan letak geografis. Jarak *euclidean* antara lokasi i pada koordinat (u_i, v_i) terhadap lokasi j pada koordinat (u_j, v_j) .
- b. Menentukan *bandwith* optimum dengan menggunakan metode CV.
- c. Menentukan pembobot optimum dengan *bandwith* optimum yang didapat.
- d. Mendapatkan estimator parameter model GWR.
- e. Melakukan uji serentak atau uji kesesuaian model GWR
- f. Melakukan pengujian secara parsial pada parameter GWR.
- g. Membuat peta tematik berdasarkan variabel yang signifikan.

3.5 Diagram Alir

Berikut merupakan diagram alir dari langkah-langkah analisis dalam penelitian ini.



Gambar 3.2 Diagram Alir Metode Analisis

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai penyelesaian dari permasalahan yang ada. Bagian awal menyajikan karakteristik dan pemetaan penyebaran angka gizi buruk pada balita di setiap kabupaten/kota di Jawa Timur pada tahun 2013 serta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Selanjutnya faktor-faktor tersebut akan dimodelkan terhadap angka gizi buruk pada balita dengan metode regresi linier, kemudian dilakukan pengujian aspek spasial yang digunakan untuk pemodelan menggunakan metode *geographically weighted regression*.

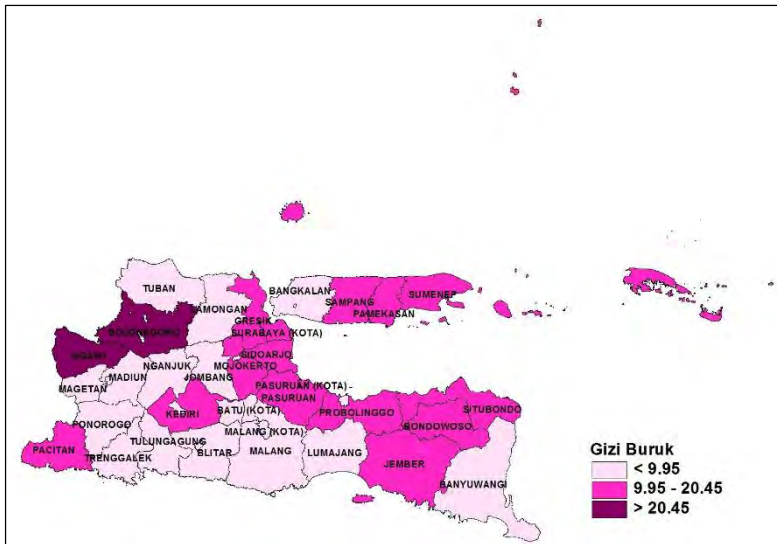
4.1 Karakteristik Angka Gizi Buruk pada Balita dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya

Sebelum melakukan pemodelan dengan menggunakan metode regresi linier berganda dan *geographically weighted regression*, terlebih dahulu dilakukan analisis secara deskriptif dan visual untuk mengetahui karakteristik variabel yang digunakan. Statistika deskriptif yang digunakan dalam analisis adalah rata-rata, varians, minimum, dan maksimum yang merujuk pada Lampiran 2. Untuk memudahkan analisis deskriptif tersebut, maka dilakukan analisis secara visual di mana setiap variabel dikategorikan menjadi tiga kelompok, yaitu rendah, sedang, dan tinggi. Berikut adalah paparan deskripsi variabel.

4.1.1 Angka Gizi Buruk pada Balita

Angka gizi buruk pada balita menunjukkan banyaknya balita yang mengalami gizi buruk setiap 1000 balita. Berdasarkan hasil analisis didapatkan rata-rata angka gizi buruk balita pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 11,91. Hal ini menunjukkan bahwa angka gizi buruk pada balita cukup rendah, yaitu dari 1000 balita terdapat 11,91 atau 12 balita yang mengalami gizi buruk. Terdapat 11 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 27 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman angka gizi buruk pada balita cukup tinggi yaitu

sebesar 134,67, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif berbeda. Angka gizi buruk pada balita paling rendah sebesar 3,92 atau 4 dari 1000 balita yang berada di Bangkalan. Sedangkan nilai paling tinggi sebesar 70,55 atau 71 dari 1000 balita yang berada di Bojonegoro.



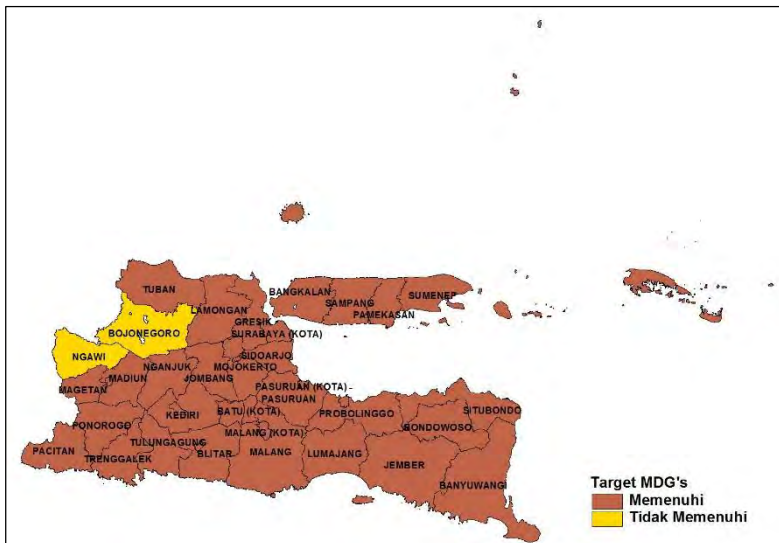
Gambar 4.1 Persebaran Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur

Gambar 4.1 menunjukkan persebaran angka gizi buruk pada balita yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki angka gizi buruk pada balita kurang dari 9,95 atau 10 balita, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 21 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki angka gizi buruk pada balita antara 9,95 balita hingga 20,45 balita, yang ditandai dengan warna merah muda dan terdiri dari 15 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki angka gizi buruk pada balita tinggi lebih dari 20,45 atau 20 balita, yang ditandai dengan warna ungu dan terdiri dari 2 kabupaten/kota.

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa kabupaten/kota yang terletak di bagian barat Jawa Timur cenderung termasuk

daerah dengan kategori rendah. Daerah yang termasuk dalam kategori sedang merupakan kabupaten/kota yang cenderung berada di sekitar Pulau Madura serta daerah tapal kuda. Sedangkan Bojonegoro dan Ngawi merupakan daerah yang tergolong memiliki angka gizi buruk pada balita tinggi.

Berikut adalah persebaran angka gizi buruk pada balita berdasarkan pencapaian target MDG's pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur.



Gambar 4.2 Persebaran Angka Gizi Buruk Balita Berdasarkan Target MDG's

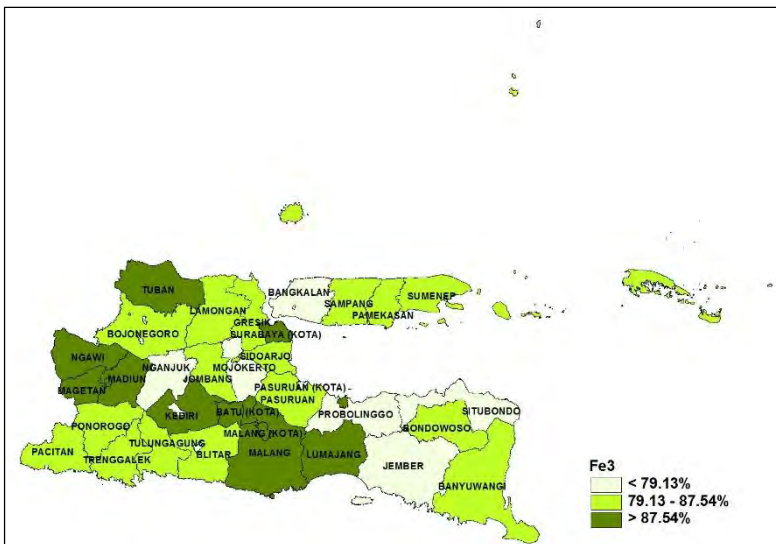
Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa hampir seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur telah memenuhi target MDG's untuk tahun 2015, yaitu 36 dari 1000 balita mengalami gizi buruk, kecuali Kabupaten Bojonegoro dan Ngawi. Hal ini disebabkan persentase bayi yang lahir dengan berat badan rendah serta penduduk miskinnya cukup tinggi.

4.1.2 Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3

Perkembangan gizi manusia dimulai sejak dalam kandungan, sehingga status gizi ibu sebelum dan selama kehamilan menjadi

pondasi utama di awal kehidupan. Ibu yang kekurangan nutrisi saat kehamilan lebih berisiko melahirkan bayi BBLR. Tablet Fe3 merupakan salah satu zat yang dibutuhkan ibu hamil, sehingga dengan mengkonsumsinya dapat mengurangi risiko kekurangan gizi pada balita.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase ibu hamil mendapat Fe3 pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 84,76%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase ibu hamil mendapat Fe3 cukup tinggi, yaitu dari 100 ibu hamil terdapat 84,76 atau 85 ibu hamil yang mendapat Fe3. Terdapat 20 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 18 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase ibu hamil mendapat Fe3 cukup tinggi yaitu sebesar 45,37, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif berbeda. Persentase ibu hamil mendapat Fe3 paling rendah sebesar 67,6% yang berada di Kota Pasuruan. Sedangkan yang paling tinggi sebesar 99,14% yang berada di Kota Malang.



Gambar 4.3 Persebaran Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3 di Jawa Timur

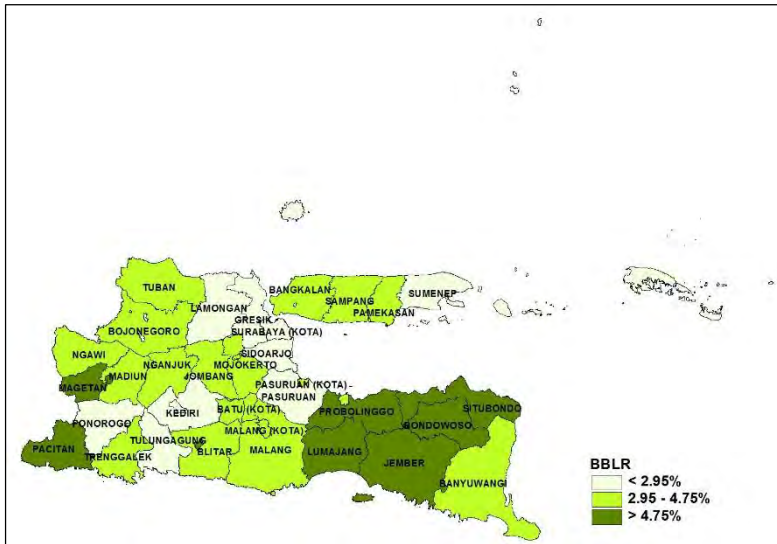
Gambar 4.3 menunjukkan persebaran persentase ibu hamil mendapat Fe3 yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase ibu hamil mendapat Fe3 kurang dari 79,13%, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 9 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase ibu hamil mendapat Fe3 antara 79,13% hingga 87,54%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 17 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase ibu hamil mendapat Fe3 lebih dari 87,54%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 12 kabupaten/kota.

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa persebaran persentase ibu hamil mendapat Fe3 tidak membentuk pola tertentu. Sebagian besar kabupaten/kota di Jawa Timur termasuk dalam kategori sedang. Daerah dengan kategori rendah yaitu Jember, Situbondo, Probolinggo, Mojokerto, Nganjuk, Bangkalan, Kota Kediri, Kota Blitar, dan Kota Pasuruan.

4.1.3 Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah

Bayi yang berat badan lahir rendah (BBLR) memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang lebih lambat dari bayi yang lahir dengan berat normal. Keadaan ini dapat menjadi lebih buruk lagi jika bayi BBLR kurang mendapat asupan bernutrisi dan pola asuh yang kurang baik. Pada akhirnya bayi BBLR cenderung mempunyai status gizi kurang dan buruk.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase BBLR pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 3,93%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase BBLR cukup rendah, yaitu dari 100 bayi terdapat 3,93 atau 4 bayi yang lahir dengan berat rendah. Terdapat 16 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 22 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase BBLR sangat rendah yaitu sebesar 2,79, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif sama. Persentase BBLR paling rendah sebesar 1,27% atau 1 bayi yang berada di Lamongan. Sedangkan yang paling tinggi sebesar 11,22% atau 11 bayi yang berada di Kota Madiun.



Gambar 4.4 Persebaran Persentase BBLR di Jawa Timur

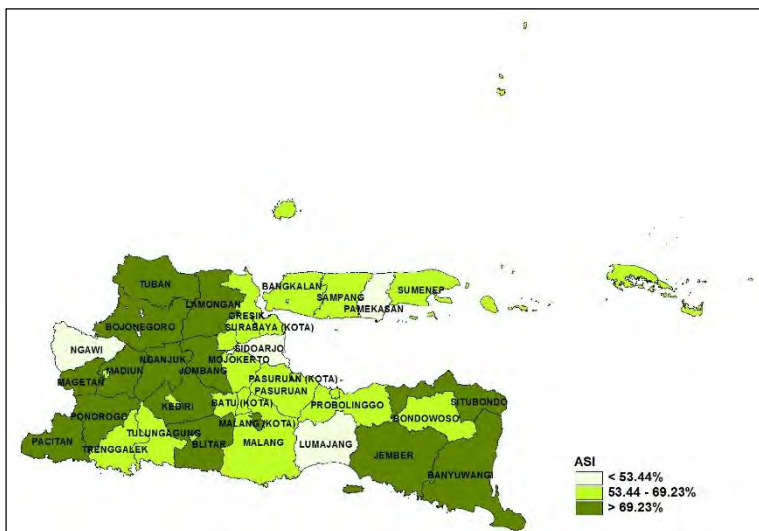
Gambar 4.4 menunjukkan persebaran persentase BBLR yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase BBLR kurang dari 2,95%, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 10 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase BBLR antara 2,95% hingga 4,75%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 19 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase BBLR lebih dari 4,75%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 9 kabupaten/kota.

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa daerah dengan kategori tinggi cenderung berada di bagian timur Jawa Timur, yang meliputi Lumajang, Jember, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Kota Blitar, Kota Madiun, serta Pacitan dan Magetan. Sedangkan daerah dengan kategori rendah dan sedang menyebar di bagian utara dan barat Jawa Timur.

4.1.4 Persentase Pemberian ASI Eksklusif

Status gizi sangat tergantung pada pemberian nutrisi. Bagi bayi ASI merupakan makanan yang ideal, karena menyediakan nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangan serta memberikan antibodi terhadap penyakit. Terpenuhinya kebutuhan nutrisi bayi dapat mengurangi risiko terkena gizi buruk saat beranjak dewasa.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase pemberian ASI eksklusif pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 66,62%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase pemberian ASI eksklusif cukup tinggi, yaitu dari 100 bayi terdapat 66,62 atau 63 bayi yang mendapat ASI eksklusif. Terdapat 19 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 19 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase pemberian ASI eksklusif sangat tinggi yaitu sebesar 143,64, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif berbeda. Persentase pemberian ASI eksklusif paling rendah sebesar 22,92% atau 23 bayi yang berada di Lumajang. Sedangkan yang paling tinggi sebesar 85,81% atau 86 bayi yang berada di Lamongan.



Gambar 4.5 Persebaran Persentase Pemberian ASI Eksklusif di Jawa Timur

Gambar 4.5 menunjukkan persebaran persentase pemberian ASI eksklusif yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase ibu hamil mendapat Fe3 kurang dari 53,44%, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 5 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase pemberian ASI eksklusif antara 53,44% hingga 69,23%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 18 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase pemberian ASI eksklusif lebih dari 85,81%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 15 kabupaten/kota.

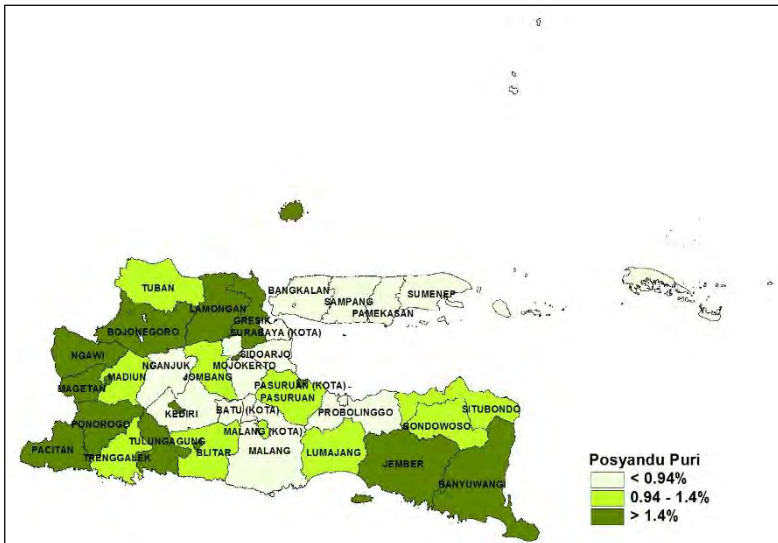
Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa daerah dengan kategori rendah memiliki pola yang menyebar dibandingkan dengan dua kategori lainnya. Kabupaten/kota yang termasuk dalam kategori rendah adalah Lumajang, Sidoarjo, Ngawi, Pamekasan, dan Kota Mojokerto. Sedangkan kabupaten/kota yang termasuk kategori tinggi berada di bagian barat dan timur Jawa Timur.

4.1.5 Pesentase Posyandu Puri

Salah satu tujuan posyandu yaitu memantau perkembangan balita melalui KMS (Kartu Menuju Sehat). Orang tua dapat meminta pertolongan kepada petugas kesehatan di posyandu apabila anak mempunyai masalah pertumbuhan. Sehingga posyandu merupakan salah satu upaya preventif terhadap kasus gizi buruk pada balita.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase posyandu puri pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 1,25%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase posyandu puri sangat rendah, yaitu untuk 100 bayi tersedia 1,25 atau 1 posyandu puri. Terdapat 17 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 21 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase posyandu puri sangat rendah yaitu sebesar 0,19, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif sama. Persentase posyandu puri paling rendah sebesar 0,5% atau 1 posyandu yang berada di Bangkalan. Sedangkan yang paling

tinggi sebesar 2,05% atau 2 posyandu yang berada di Kota Madiun.



Gambar 4.6 Persebaran Persentase Posyandu Puri di Jawa Timur

Gambar 4.6 menunjukkan persebaran persentase posyandu puri yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase posyandu puri kurang dari 0,94%, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 13 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase BBLR antara 0,94% hingga 1,4%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 10 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase BBLR lebih dari 1,4%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 15 kabupaten/kota.

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa persebaran persentase posyandu puri dengan kategori tinggi membentuk pola tertentu dibandingkan dengan dua kategori lainnya. Daerah dengan kategori tinggi cenderung berada di bagian barat Jawa Timur. Sedangkan daerah dengan kategori rendah yaitu kabupaten yang berada di Pulau Madura, Kediri, Malang,

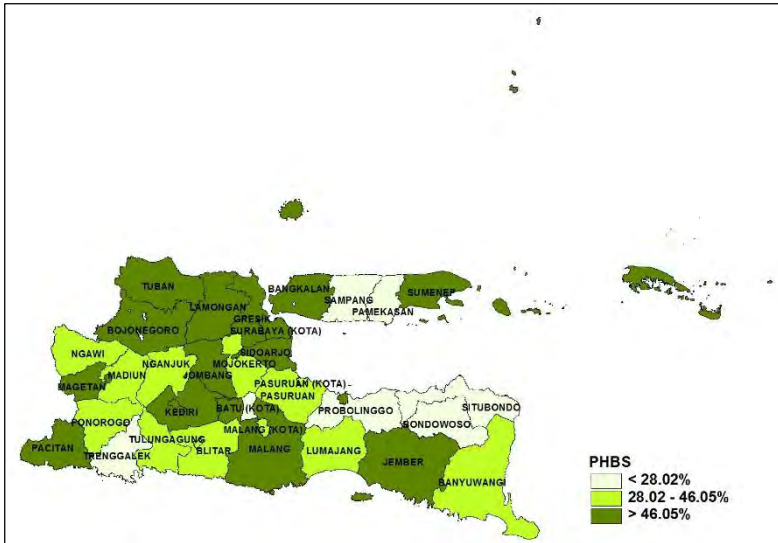
Probolinggo, Sidoarjo, Mojokerto, Nganjuk, Kota Probolinggo, Kota Surabaya, dan Kota Batu.

4.1.6 Persentase Rumah Tangga Berperilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS)

Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) merupakan cerminan pola hidup keluarga yang memperhatikan dan menjaga kesehatan seluruh anggota keluarga. Di antara sepuluh indikator penilaian PHBS, beberapa di antaranya mencakup tentang gizi, yaitu mengkonsumsi buah dan sayur serta memberi bayi ASI eksklusif. Sehingga apabila suatu rumah tangga menerapkan PHBS dapat menurunkan resiko kekurangan gizi.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase rumah tangga ber-PHBS pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 45,34%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase rumah tangga ber-PHBS cukup tinggi, yaitu dari 100 rumah tangga terdapat 45,34 atau 45 rumah tangga yang ber-PHBS. Terdapat 19 kabupaten/kota yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 19 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase rumah tangga ber-PHBS sangat tinggi yaitu sebesar 210,75, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif berbeda. Persentase rumah tangga ber-PHBS paling rendah sebesar 17,14% atau 17 rumah tangga yang berada di Situbondo. Sedangkan yang paling tinggi sebesar 67,32% atau 67 rumah tangga yang berada di Kota Surabaya.

Gambar 4.7 menunjukkan persebaran persentase rumah tangga ber-PHBS yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS kurang dari 28,02%, yang ditandai dengan warna krem dan terdiri dari 7 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS antara 28,02% hingga 46,05%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 13 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase rumah tangga ber-PHBS lebih dari 46,05%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 18 kabupaten/kota.



Gambar 4.7 Persebaran Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS di Jawa Timur

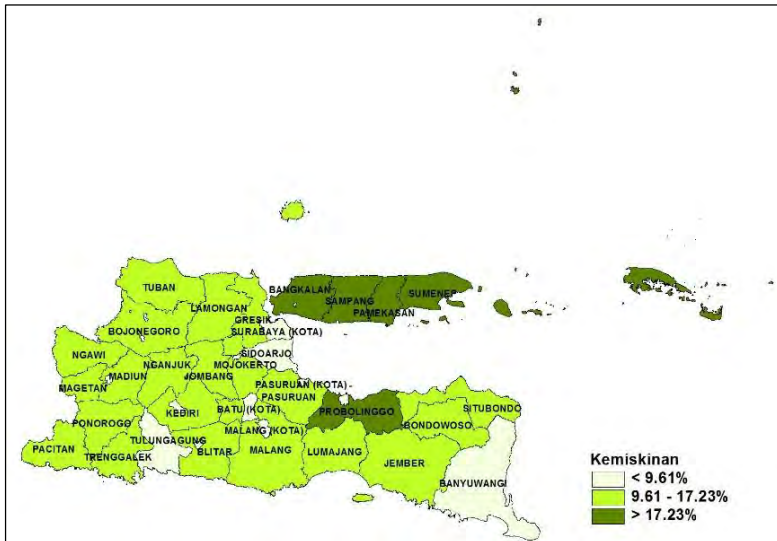
Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa persentase rumah tangga ber-PHBS untuk kategori tinggi cenderung berada di bagian utara Jawa Timur. Sedangkan daerah dengan kategori rendah yaitu Trenggalek, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Sampang, Pamekasan, dan Kota Batu.

4.1.7 Persentase Penduduk Miskin

Kemiskinan dan kurang gizi memiliki hubungan yang bersifat timbal balik. Kurang gizi berpotensi sebagai penyebab kemiskinan melalui rendahnya pendidikan dan produktivitas. Sebaliknya, kemiskinan menyebabkan anak tidak mendapatkan makanan bergizi cukup serta memperoleh pelayanan kesehatan yang memadai.

Dari hasil analisis didapatkan rata-rata persentase penduduk miskin pada kabupaten/kota di Jawa Timur sebesar 12,54%. Hal ini menunjukkan bahwa persentase penduduk miskin cukup rendah, yaitu dari 100 rumah tangga terdapat 12,54 atau 13 rumah tangga yang mengalami kemiskinan. Terdapat 16 kabupaten/kota

yang memiliki nilai di atas rata-rata dan 22 kabupaten/kota yang memiliki nilai di bawah rata-rata. Keragaman persentase penduduk miskin cukup rendah yaitu sebesar 27,14, artinya kondisi untuk setiap kabupaten/kota relatif sama. Persentase penduduk miskin paling rendah sebesar 4,77% atau 5 rumah tangga yang berada di Kota Batu. Sedangkan yang paling tinggi sebesar 27,08% atau 27 rumah tangga yang berada di Sampang.



Gambar 4.8 Persebaran Persentase Penduduk Miskin di Jawa Timur

Gambar 4.8 menunjukkan persebaran persentase penduduk miskin yang terbagi menjadi tiga kategori. Daerah dengan kategori rendah adalah yang memiliki persentase penduduk miskin kurang dari 9,61%, yang ditandai dengan warna krem muda dan terdiri dari 12 kabupaten/kota. Daerah dengan kategori sedang adalah yang memiliki persentase penduduk miskin antara 9,61% hingga 17,23%, yang ditandai dengan warna hijau muda dan terdiri dari 21 kabupaten/kota. Sedangkan daerah dengan kategori tinggi adalah yang memiliki persentase penduduk miskin lebih dari 17,23%, yang ditandai dengan warna hijau tua dan terdiri dari 5 kabupaten/kota.

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat bahwa sebagian besar kabupaten/kota di Jawa Timur termasuk dalam kategori sedang. Dapat dilihat pula bahwa daerah perkotaan di Jawa Timur termasuk dalam kategori rendah. Sedangkan empat kabupaten yang berada di Pulau Madura termasuk dalam kategori tinggi, begitu pula dengan Probolinggo. Hal ini disebabkan perekonomian di Madura belum begitu maju dibandingkan kabupaten/kota lain di Jawa Timur.

Berdasarkan hasil analisis statistika deskriptif dapat diketahui bahwa persentase posyandu puri memiliki nilai paling kecil untuk faktor-faktor yang diduga mempengaruhi angka gizi buruk pada balita di Jawa Timur. Sedangkan faktor yang memiliki nilai paling tinggi yaitu persentase ibu hamil mendapat Fe3. Faktor yang memiliki keragaman data paling tinggi yaitu persentase rumah tangga ber-PHBS, yang artinya kondisi pada tiap kabupaten/kota relatif berbeda. Sedangkan faktor yang memiliki keragaman data paling rendah yaitu persentase posyandu puri, yang artinya kondisi pada tiap kabupaten/kota relatif sama.

Dari analisis peta tematik yang dilakukan dapat diketahui bahwa angka gizi buruk pada balita paling tinggi berada di Pulau Madura dan sekitarnya. Kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi di bagian barat Jawa Timur cenderung baik. Tetapi kondisi kesehatan, lingkungan, dan ekonomi di Pulau Madura cenderung kurang baik dibandingkan dengan daerah lain.

4.2 Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan Regresi Linier

Apabila ditinjau melalui teori, keenam variabel prediktor yang digunakan merupakan variabel yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita. Oleh karena itu dilakukan pemodelan menggunakan regresi linier untuk menunjukkan apakah keenam variabel tersebut memberikan pengaruh pada angka gizi buruk pada balita di Jawa Timur tanpa melibatkan aspek geografis.

4.2.1 Deteksi Multikolinieritas

Langkah awal yang dilakukan sebelum pembentukan model yaitu menguji hubungan antar variabel prediktor atau yang

disebut dengan multikolinearitas. Uji multikolinearitas ini perlu dilakukan sebagai asumsi penaksiran parameter awal. Kriteria yang dapat digunakan untuk melihat kasus multikolineritas salah satunya dengan matriks korelasi.

Tabel 4.1 Matriks Korelasi Antar Variabel Prediktor

	X1	X2	X3	X4	X5
X2	0,091				
X3	-0,083	-0,004			
X4	-0,098	0,236	0,164		
X5	0,254	-0,026	0,215	0,223	
X6	0,203	-0,223	-0,162	0,095	0,114

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa tidak ada nilai korelasi yang lebih dari 0,95. Hal ini menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel prediktor yang memiliki hubungan terhadap variabel prediktor yang lain. Kriteria lain yang dapat melihat kasus multikolinearitas adalah nilai VIF (*Variance Inflation Factor*). Nilai VIF pada masing-masing variabel prediktor dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Nilai VIF Variabel Prediktor

Prediktor	VIF
X₁	1,234
X₂	1,090
X₃	1,086
X₄	1,302
X₅	1,222
X₆	1,221

Melalui Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa tidak terdapat nilai VIF yang lebih dari 10, sehingga tidak ada variabel prediktor yang saling berkorelasi. Oleh karena itu keenam variabel tersebut dapat dilanjutkan pada pemodelan regresi linier dan GWR.

4.2.2 Estimasi Parameter dan Pemodelan Regresi Linier

Nilai estimator parameter model regresi linier diperoleh menggunakan metode *Ordinary Least Square* (OLS). Hasil analisisnya ditampilkan pada Tabel 4.3 yang merujuk Lampiran 4.

Tabel 4.3 Estimasi Parameter Model Regresi Linier

Parameter	Estimasi
$\hat{\beta}_0$	-25,58
$\hat{\beta}_1$	0,216
$\hat{\beta}_2$	-0,261
$\hat{\beta}_3$	0,029
$\hat{\beta}_4$	7,393
$\hat{\beta}_5$	-0,032
$\hat{\beta}_6$	0,836

Model regresi linier yang terbentuk adalah sebagai berikut.

$$\hat{y} = -25,58 + 0,22X_1 - 0,26X_2 + 0,029X_3 + 7,39X_4 - 0,032X_5 + 0,84X_6$$

Berdasarkan model regresi linier yang diperoleh dapat diinterpretasikan sebagai berikut:

1. Jika semua variabel konstan maka angka gizi buruk pada balita sebesar $-25,58 \approx 0$ dari 100.000 balita atau tidak terdapat balita yang mengalami gizi buruk.
2. Setiap kenaikan ibu hamil mendapat Fe3 sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 22 dari 100.000 balita, dengan asumsi variabel lain konstan.
3. Setiap kenaikan BBLR sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita berkurang sebanyak 26 dari 100.000 balita atau tidak terdapat balita yang mengalami gizi buruk, dengan asumsi variabel lain konstan.
4. Setiap kenaikan pemberian ASI eksklusif sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 3 dari 100.000 balita atau tidak terdapat balita yang mengalami gizi buruk, dengan asumsi variabel lain konstan.

5. Setiap kenaikan posyandu puri sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 739 dari 100.000 balita dengan asumsi variabel lain konstan.
6. Setiap kenaikan rumah tangga ber-PHBS sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita berkurang sebanyak 3 dari 100.000 balita atau tidak terdapat balita yang mengalami gizi buruk, dengan asumsi variabel lain konstan.
7. Setiap kenaikan penduduk miskin sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 84 dari 100.000 balita dengan asumsi variabel lain konstan.

Nilai R^2 yang diperoleh cukup rendah, yaitu sebesar 14,16%.

Nilai ini berarti model yang terbentuk dapat menjelaskan keragaman angka gizi buruk pada balita sebesar 14,16%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. Nilai R^2 yang kecil pada penelitian ini disebabkan terdapat nilai pengamatan yang jauh berbeda dibandingkan dengan nilai pengamatan lainnya. Tetapi penelitian tetap dilanjutkan sebagaimana adanya data karena untuk menghindari hilangnya informasi di suatu kabupaten/kota.

4.2.3 Pengujian Signifikansi Parameter Regresi Linier

Setelah terbentuk model, langkah selanjutnya yaitu pengujian signifikansi parameter yang bertujuan untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang berpengaruh terhadap variabel respon. Pengujian signifikansi parameter regresi linier yang digunakan adalah pengujian secara serentak dan parsial dengan hipotesis seperti berikut. Hipotesis untuk uji signifikansi parameter secara serentak pada model regresi linier berganda sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_p = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k \neq 0; k = 1, 2, \dots, p$$

Berikut ini adalah hasil analisis signifikansi parameter secara serentak yang merujuk pada Lampiran 4.

Tabel 4.4 ANOVA Model Regresi Linier

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung
Regresi	6	705,602	117,600	0,852
Error	31	4277,300	137,980	
Total	37	4982,902		

Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan F_{hitung} sebesar 0,852. Dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai $F_{(0,05; 6; 31)}$ sebesar 2,409. Sehingga dapat disimpulkan bahwa minimal terdapat satu variabel yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.

Selanjutnya untuk mengetahui variabel prediktor mana saja yang memberikan pengaruh secara signifikan, maka dilakukan pengujian parameter secara parsial yang disajikan pada Tabel 4.5 dengan hasil uji selengkapnya tersaji pada Lampiran 4. Uji parameter secara parsial terhadap model regresi linier berganda dilakukan dengan hipotesis sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 = 0$$

$$H_1 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_6 \neq 0$$

Tabel 4.5 Uji Signifikansi Parameter secara Parsial

Variabel	Estimasi	SE	t_{hitung}
Intersep	-25.58048	31.9187	-0,801
X₁	0.21621	0.31844	0,679
X₂	-0.26104	1.20671	-0,216
X₃	0.02933	0.16791	0,175
X₄	7.39297	5.00344	1,478
X₅	-0.03206	0.14703	-0,218
X₆	0.8355	0.40967	2,039

Pada taraf signifikansi 0,3 diperoleh $t_{(0,15; 31)}$ sebesar 1,476. Parameter yang berpengaruh terhadap variabel respon adalah yang memiliki nilai $|t_{hitung}|$ lebih dari 1,476. Berdasarkan Tabel 4.5 didapatkan bahwa persentase posyandu puri dan persentase penduduk miskin berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.

4.2.4 Pemeriksaan Asumsi Residual Regresi Linier

Setelah melakukan pengujian signifikansi parameter secara serentak dan parsial, langkah selanjutnya adalah melakukan pengujian asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal.

a. Uji Asumsi Residual Identik

Salah satu uji asumsi dalam regresi linier adalah varians residual harus bersifat homoskedastisitas (bersifat identik) atau tidak terdapat heteroskedastisitas. Metode yang digunakan adalah uji *Glejser*. Uji ini dilakukan dengan meregresikan nilai absolut residual dari model yang dibuat dengan semua variabel prediktor yang ada. Berikut adalah hasil analisisnya.

Tabel 4.6 Pengujian Asumsi Residual Identik

Sumber Variasi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F Hitung
Regresi	6	804,91	134,151	2,14
Error	31	1943,96	62,70	
Total	37	2748,87		

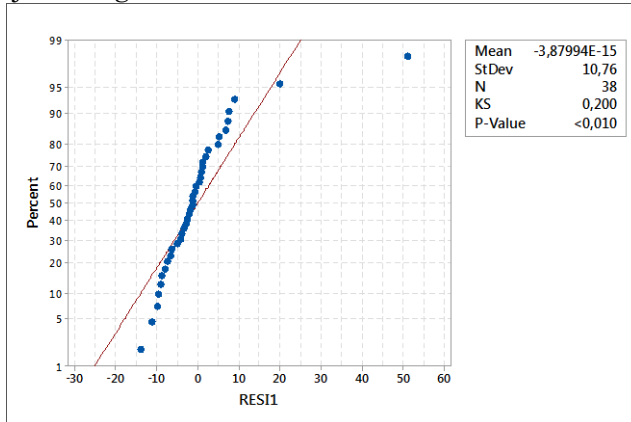
Berdasarkan Tabel 4.4 didapatkan F_{hitung} sebesar 2,14. Dengan taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai $F_{(0,05; 6; 31)}$ sebesar 2,409. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tidak terdapat variabel yang signifikan sehingga dapat disimpulkan bahwa asumsi varians residual identik tidak terpenuhi.

b. Uji Asumsi Residual Independen

Pengujian asumsi residual independen bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antar residual. Statistik uji yang digunakan adalah uji Durbin-Watson. Berdasarkan hasil analisis didapatkan nilai d sebesar 1,4544. Dengan taraf signifikansi α sebesar 0,05, maka nilai d_L sebesar 1,0292 dan d_U sebesar 2,0174. Karena nilai statistik uji *Durbin Watson* lebih dari $4-d_L$ dan kurang dari 4, maka dinyatakan residual saling berkorelasi negatif. Sehingga dapat disimpulkan asumsi residual independen tidak terpenuhi.

c. Uji Asumsi Residual Distribusi Normal

Pengujian asumsi residual berdistribusi normal dilakukan dengan uji *Kolmogorov-Smirnov*. Berikut adalah hasil analisisnya.



Gambar 4.9 Uji Asumsi Residual Berdistribusi Normal

Titik biru pada Gambar 4.9 merupakan residual data pengamatan sedangkan garis merah merupakan garis regresi. Dapat dilihat pula bahwa titik biru menyebar di sekitar garis merah. Berdasarkan uji *Kolmogorov-Smirnov* didapatkan nilai KS sebesar 0,2. Dengan taraf signifikansi α sebesar 0,05 diperoleh $P_{(0,975)}$ sebesar 0,237. Karena nilai KS lebih kecil dari $P_{(0,975)}$, maka diputuskan tolak H_0 yang artinya data tidak mengikuti distribusi normal. Sehingga asumsi residual berdistribusi normal tidak terpenuhi.

Berdasarkan pengujian asumsi residual tersebut, disimpulkan bahwa residual pada model regresi linier tidak memenuhi asumsi identik, independen, maupun berdistribusi normal. Selanjutnya dilakukan pengujian aspek spasial pada data.

4.3 Pengujian Aspek Spasial Gizi Buruk

Sebelum melakukan pemodelan menggunakan GWR, perlu dilakukan pengujian aspek spasial sebagai asumsi awal. Pengujian aspek spasial dibagi menjadi dua, yaitu dependensi spasial dan heterogenitas spasial.

4.3.1 Pengujian Dependensi Spasial

Pengujian dependensi spasial dilakukan untuk melihat apakah pengamatan di suatu lokasi berpengaruh terhadap pengamatan di lokasi lain yang letaknya saling berdekatan. Metode yang digunakan adalah *Moran's I* dengan hipotesis seperti berikut.

$H_0 : I = 0$ (tidak ada dependensi spasial)

$H_1 : I \neq 0$ (ada dependensi spasial)

Berdasarkan hasil analisis yang merujuk pada Lampiran 5, diperoleh nilai statistik Z_I dengan pembobot *fixed gaussian* sebesar 0,9241967. Dengan taraf signifikansi 0,05 didapatkan nilai $Z_{(0,975)}$ sebesar 1,96. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat dependensi spasial pada data penelitian.

4.3.2 Pengujian Heterogenitas Spasial

Pengujian heterogenitas spasial dilakukan untuk melihat adanya keragaman secara geografis. Metode yang digunakan adalah *Breusch-Pagan* dengan hipotesis seperti berikut.

H_0 : variansi antar lokasi sama

H_1 : variansi antar lokasi berbeda

Berdasarkan hasil analisis yang merujuk pada Lampiran 5, diperoleh nilai statistik BP sebesar 28,04. Dengan taraf signifikansi 0,05 didapatkan nilai tabel $\chi^2_{(0,05;6)}$ sebesar 12,592.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat heterogenitas spasial pada data penelitian, dengan demikian metode regresi linier kurang tepat untuk menggambarkan fenomena angka gizi buruk balita di Jawa Timur. Oleh karena itu lebih baik menggunakan model yang mengakomodasi faktor lokasi pengamatan.

4.4 Pemodelan Angka Gizi Buruk dengan *Geographically Weighted Regression*

Terjadinya kasus heterogenitas spasial pada data gizi buruk balita di Jawa Timur mengindikasikan bahwa parameter model regresi dipengaruhi oleh faktor lokasi pengamatan, yaitu letak geografis kabupaten/kota. Oleh karena itu dilakukan pemodelan dengan mengakomodasi faktor lokasi yaitu dengan model GWR.

4.4.1 Penentuan *Bandwidth* dan Pembobot Optimum

Langkah pertama yaitu menentukan titik koordinat lintang dan bujur setiap lokasi (Lampiran 1), menghitung jarak *Euclidean* (Lampiran 6), dan menentukan nilai *bandwidth* optimum berdasarkan dengan kriteria *cross validation* (Lampiran 7). Selanjutnya menentukan matriks pembobot dari keempat fungsi kernel berdasarkan kriteria AIC (Lampiran 9).

Tabel 4.7 Pembobot Optimum GWR

Fungsi Pembobot	AIC
<i>Fixed Gaussian</i>	294,2464
<i>Fixed Bisquare</i>	294,2464
<i>Adaptive Gaussian</i>	294,2612
<i>Adaptive Bisquare</i>	294,2612

Berdasarkan Tabel 4.7 di atas maka dapat dilihat bahwa nilai AIC terkecil yaitu pembobot dengan fungsi kernel *fixed gaussian* dan *fixed bisquare*, yaitu sebesar 294,2464. Karena terdapat dua pembobot yang memiliki nilai AIC terkecil, untuk selanjutnya pembobot yang digunakan dalam penelitian yakni fungsi kernel *fixed gaussian*. Nilai *bandwidth* optimum untuk *fixed gaussian* sebesar 3,522215 dengan nilai CV minimum sebesar 6608,015.

4.4.3 Estimasi Parameter Model GWR

Matriks pembobot yang diperoleh untuk tiap lokasi kemudian digunakan untuk membentuk model, sehingga tiap lokasi memiliki parameter model yang berbeda. Estimasi parameter, khususnya nilai minimum dan maksimum, dari model GWR tertera pada Tabel 4.8 dan hasil selengkapnya tersaji pada Lampiran 11.

Tabel 4.8 Estimasi Parameter Model GWR

Parameter	Min	Max
$\hat{\beta}_0$	-27.160	-22.320
$\hat{\beta}_1$	0.185	0.230
$\hat{\beta}_2$	-0.304	-0.182
$\hat{\beta}_3$	0.026	0.036
$\hat{\beta}_4$	6.769	7.841

Parameter	Min	Max
$\hat{\beta}_5$	-0.035	-0.030
$\hat{\beta}_6$	0.784	0.863

Berdasarkan Tabel 4.8 dapat dilihat bahwa nilai minimum estimasi parameter untuk intersep sebesar -27,160 dan nilai maksimum estimasi sebesar -22,320. Sedangkan nilai minimum estimasi parameter untuk persentase ibu hamil mendapat Fe3 sebesar 0,185 dan nilai maksimum estimasi sebesar 0,230. Kedua nilai ini mengindikasikan bahwa beberapa kabupaten/kota mempunyai nilai estimasi parameter negatif dan beberapa kabupaten/kota lainnya mempunyai nilai estimasi positif. Demikian pula pada kelima variabel prediktor lainnya yang memiliki nilai minimum negatif dan nilai maksimum positif. Nilai R^2 yang diperoleh sebesar 15,04%. Hal ini berarti model yang terbentuk dapat menjelaskan keragaman angka gizi buruk pada balita sebesar 15,04%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh variabel lain yang tidak masuk ke dalam model. Apabila ditinjau berdasarkan nilai R^2 model GWR merupakan model yang lebih baik jika dibandingkan dengan model regresi linier berganda, karena menghasilkan nilai R^2 yang lebih tinggi.

4.4.4 Pengujian Kesesuaian Model GWR

Pengujian kesesuaian model GWR atau *goodness of fit* dilakukan untuk mengetahui apakah faktor lokasi berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita. Adapun hipotesis yang digunakan adalah:

$$H_0 : \beta_k(u_1, v_1) = \beta_k(u_2, v_2) = \dots = \beta_k(u_{38}, v_{38}) = \beta_k$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_k(u_i, v_i) \neq \beta_k; i = 1, 2, \dots, 38; k = 1, 2, \dots, 7$$

Berikut disajikan tabel ANOVA pada model GWR.

Tabel 4.9 ANOVA Model GWR

Model	SSE	Df	F
GWR	4232,607	30,409	1,0103
Regresi Linier	4277,310	31	

Berdasarkan Tabel 4.9 terlihat bahwa nilai F_{hitung} sebesar 1,0103. Dengan taraf signifikansi sebesar 0,05 maka didapatkan $F_{(0,05; 30,409; 31)}$ sebesar 1,828. Karena F_{hitung} kurang dari F_{tabel} , maka disimpulkan bahwa model regresi linier lebih baik menjelaskan data daripada model GWR. Tetapi analisis dalam penelitian ini tetap dilanjutkan menggunakan metode GWR.

4.4.3 Pengujian Signifikansi Parameter Model GWR

Selanjutnya dilakukan uji signifikansi parameter model GWR untuk mengetahui variabel apa saja yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita untuk setiap kabupaten/kota di Jawa Timur. Adapun hipotesisnya adalah sebagai berikut.

$$H_0 : \beta_k(u_i, v_i) = 0$$

$$H_1 : \beta_k(u_i, v_i) \neq 0; i = 1, 2, \dots, 38; k = 1, 2, \dots, 7$$

Perhitungan statistik uji parameter model GWR dilakukan untuk setiap parameter pada tiap kabupaten/kota di Jawa Timur yang disajikan pada Lampiran 12. Parameter ke- k dikatakan signifikan pada lokasi ke- i apabila tolak H_0 atau nilai $|t_{hitung}|$ lebih dari t_{tabel} . Pada taraf signifikansi 0,05 diperoleh nilai tabel $t_{(0,05; 30,409)}$ sebesar 2,36 dan didapatkan tidak ada variabel yang signifikan untuk seluruh daerah. Apabila taraf signifikansi ditingkatkan menjadi 0,1 diperoleh nilai tabel $t_{(0,05; 30,409)}$ sebesar 2,042 dan didapatkan 14 kabupaten/kota di Jawa Timur yang signifikan terhadap persentase penduduk miskin. Sedangkan kabupaten/kota lainnya tidak signifikan terhadap variabel apapun. Tidak adanya variabel yang signifikan bukan berarti variabel tidak mempengaruhi angka gizi buruk pada balita, tetapi hanya memberikan pengaruh yang tidak terlalu besar. Oleh sebab itu taraf signifikansi ditingkatkan menjadi 0,2 dan diperoleh nilai tabel $t_{(0,1; 30,409)}$ sebesar 1,697 serta didapatkan semua kabupaten/kota di Jawa Timur signifikan terhadap persentase penduduk miskin. Berdasarkan penelitian sebelumnya ada beberapa faktor yang mempengaruhi angka gizi buruk pada balita selain persentase penduduk miskin. Sehingga dengan menaikkan taraf signifikansi menjadi 0,3 diperoleh nilai tabel $t_{(0,15; 30,409)}$ sebesar

1,477 serta variabel yang signifikan pada tiap kabupaten/ kota di Jawa Timur seperti yang ditunjukkan tabel berikut.

Tabel 4.10 Variabel Signifikan di Tiap Kabupaten/Kota

Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota	Variabel Signifikan
Pacitan	X4, X6	Magetan	X4, X6
Ponorogo	X4, X6	Ngawi	X4, X6
Trenggalek	X4, X6	Bojonegoro	X4, X6
Tulungagung	X4, X6	Tuban	X4, X6
Blitar	X6	Lamongan	X4, X6
Kediri	X4, X6	Gresik	X4, X6
Malang	X6	Bangkalan	X4, X6
Lumajang	X6	Sampang	X4, X6
Jember	X6	Pamekasan	X6
Banyuwangi	X6	Sumenep	X6
Bondowoso	X6	Kota Kediri	X4, X6
Banyuwangi	X6	Sumenep	X6
Bondowoso	X6	Kota Kediri	X4, X6
Situbondo	X6	Kota Blitar	X6
Probolinggo	X6	Kota Malang	X6
Pasuruan	X6	Kota Probolinggo	X6
Sidoarjo	X4, X6	Kota Pasuruan	X6
Mojokerto	X4, X6	Kota Mojokerto	X4, X6
Jombang	X4, X6	Kota Madiun	X4, X6
Nganjuk	X4, X6	Kota Surabaya	X4, X6
Madiun	X4, X6	Kota Batu	X4, X6

Berdasarkan Tabel 4.10 diketahui bahwa variabel yang signifikan di setiap kabupaten/kota berbeda-beda. Apabila dibentuk kelompok berdasarkan variabel yang signifikan, maka terbentuk 2 kelompok. Berikut ini disajikan pengelompokan berdasarkan variabel yang signifikan.

Tabel 4.11 Kelompok Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota
X₆	Blitar, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Pamekasan, Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, Kota Pasuruan

Variabel Signifikan	Kabupaten/Kota
X_4, X_6	Pacitan, Ponorogo, Trenggalek, Tulungagung, Kediri, Sidoarjo, Mojokerto, Jombang, Nganjuk, Madiun, Magetan, Ngawi, Bojonegoro, Tuban, Lamongan, Gresik, Bangkalan, Sampang, Kota Kediri, Kota Mojokerto, Kota Madiun, Kota Surabaya, Kota Batu

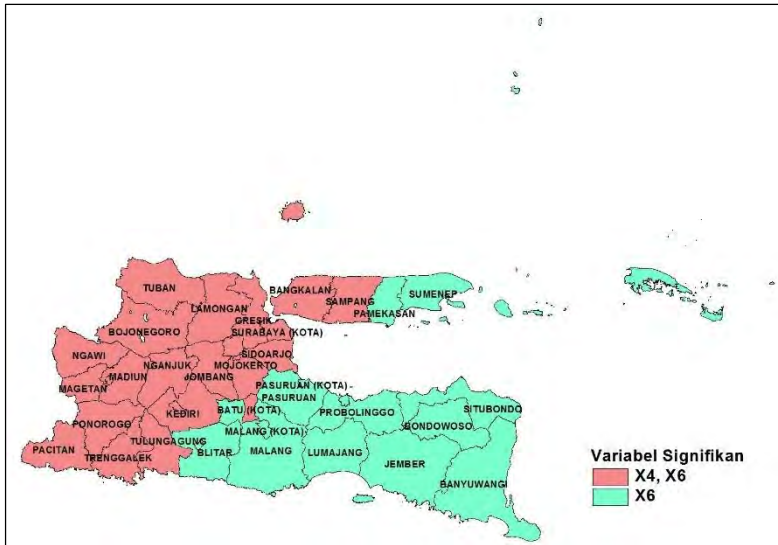
Model GWR yang dihasilkan pada masing-masing lokasi pengamatan akan berbeda-beda, tergantung pada nilai parameter GWR dan variabel prediktor yang signifikan mempengaruhi angka gizi buruk pada balita. Misalkan untuk Pacitan, model yang dihasilkan adalah sebagai berikut:

$$\hat{y} = -26,67 + 0,23X_1 + 0,23X_2 + 0,025X_3 + 7,61X_4 - 0,03X_5 + 0,86X_6$$

Interpretasi dari model angka gizi buruk pada balita di Pacitan adalah setiap kenaikan posyandu puri sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 761 dari 100.000 balita dengan asumsi variabel lain konstan. Setiap kenaikan penduduk miskin sebesar 1%, maka angka gizi buruk pada balita bertambah sebanyak 86 dari 100.000 balita dengan asumsi variabel lain konstan. Koefisien regresi X_4 berlainan tanda dengan kajian teoritis. Hal ini dapat disebabkan kurangnya kesadaran dari masyarakat untuk menggunakan fasilitas posyandu puri secara maksimal, sehingga meskipun fasilitas tersebut ditambah angka gizi buruk pada balita tetap tinggi.

Gambar 4.10 merupakan peta persebaran kabupaten/ kota berdasarkan variabel yang signifikan. Informasi yang didapat dari Tabel 4.11 dan Gambar 4.10 adalah terbentuk dua kelompok berdasarkan variabel yang signifikan. Kelompok pertama adalah kabupaten/kota yang berada di bagian timur provinsi Jawa Timur, yang meliputi Blitar, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Pamekasan, Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, dan Kota Pasuruan. Pada kelompok pertama diketahui bahwa persentase penduduk miskin (X_6) berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita. Kelompok kedua adalah bagian barat Jawa Timur,

yaitu selain yang disebutkan pada kelompok satu. Pada kelompok kedua diketahui bahwa persentase posyandu puri (X_4) dan persentase penduduk miskin (X_6) berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.



Gambar 4.10 Persebaran Kabupaten/Kota Berdasarkan Variabel Signifikan

Dapat diketahui pula bahwa variabel persentase penduduk miskin (X_6) signifikan terhadap angka gizi buruk balita pada seluruh kabupaten/kota di Jawa Timur. Sedangkan variabel persentase posyandu puri (X_4) signifikan terhadap angka gizi buruk balita pada kabupaten/kota yang berada di bagian barat Jawa Timur.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur Tahun 2013

Kabupaten/Kota	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	u	v
Pacitan	10.36	81.92	5.06	74.15	1.78	55.82	16.73	-8.19	111.10
Ponorogo	4.38	84.45	1.57	73.31	1.68	34.61	11.92	-7.87	111.46
Trenggalek	5.09	83.63	3.27	55.69	1.37	28.02	13.56	-8.05	111.71
Tulungagung	4.30	84.71	2.94	59.40	1.58	36.90	9.07	-8.07	111.90
Blitar	9.17	82.02	3.62	78.06	1.03	43.05	10.57	-8.11	112.19
...
...
...
Kota Pasuruan	15.83	67.60	4.50	63.81	1.81	39.65	7.60	-7.65	112.90
Kota Mojokerto	9.12	85.80	3.75	53.44	1.75	55.16	6.65	-7.47	112.44
Kota Madiun	6.92	97.73	11.22	65.73	2.05	65.48	5.02	-7.62	111.52
Kota Surabaya	10.58	98.23	2.63	62.67	0.78	67.32	6.00	-7.26	112.74
Kota Batu	6.78	90.22	4.16	68.70	0.84	22.42	4.77	-7.87	112.51

Keterangan:

Y : Angka Gizi Buruk pada Balita

X₁ : Persentase Ibu Hamil Mendapat Fe3

X₂ : Persentase Berat Badan Bayi Lahir Rendah (BBLR)

X₃ : Persentase Pemberian ASI Eksklusif

X₄ : Presentase Posyandu Puri

X₅ : Persentase Rumah Tangga Ber-PHBS

X₆ : Persentase Penduduk Miskin

Lampiran 2. Statistika Deskriptif Variabel Respon dan Prediktor

Variabel	Mean	Varians	Minimum	Maksimum
Y	11,91	134,67	3,92	70,55
X ₁	84,76	45,37	67,60	99,14
X ₂	3,93	2,79	1,27	11,22
X ₃	66,62	143,64	22,92	85,81
X ₄	1,25	0,19	0,50	2,05
X ₅	45,34	210,75	17,14	67,32
X ₆	12,54	27,14	4,77	27,08

Lampiran 3. Nilai VIF Variabel Prediktor

Variabel X₁

```
Call:
lm(formula= X1~X2+X3+X4+X5+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-16.407  -3.615   1.266   4.218  12.077

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  89.67885    7.91485  11.330  9.8e-13 ***
X2            0.54400    0.66294   0.821   0.418
X3           -0.05523    0.09270  -0.596   0.555
X4           -3.92439    2.68954  -1.459   0.154
X5            0.13078    0.07828   1.671   0.105
X6           -0.35233    0.21873  -1.611   0.117
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.521 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1894,    Adjusted R-squared:  0.06274
F-statistic: 1.495 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.2189

VIF untuk X1 = 1/(1-Rj2)=1/(1-18.94%)= 1.234
```

Variabel X₂

```
Call:
lm(formula= X2~X1+X3+X4+X5+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-2.9538 -1.0089 -0.2162  0.9566  6.2494

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  0.067086   4.675923   0.014   0.989
X1           0.037884   0.046167   0.821   0.418
X3          -0.001635   0.024597  -0.066   0.947
X4           1.074204   0.707955   1.517   0.139
X5          -0.014017   0.021396  -0.655   0.517
X6           0.004840   0.060009   0.081   0.936

Residual standard error: 1.721 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.08229,    Adjusted R-squared: -0.06111
F-statistic: 0.5739 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.7195

VIF untuk X2 = 1/(1-Rj2)=1/(1-8.229%)= 1.090
```

Variabel X₃

```
Call:
lm(formula= X3~X1+X2+X4+X5+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-41.458  -6.198   1.331   9.079  14.464

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  69.26901   31.29292   2.214   0.0341 *
X1          -0.19865    0.33340  -0.596   0.5555
X2          -0.08443    1.27031  -0.066   0.9474
X4           3.37010    5.23373   0.644   0.5242
X5           0.18795    0.15118   1.243   0.2228
X6           0.14333    0.43055   0.333   0.7414
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 12.37 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.07922,    Adjusted R-squared: -0.06465
F-statistic: 0.5506 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.7366

VIF untuk X2 = 1/(1-Rj2)=1/(1-7.922%)= 1.086
```

Variabel X4

```
Call:
lm(formula= X4~X1+X2+X3+ X5+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.6247 -0.2709 -0.0305  0.2965  0.7351

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  2.128283    1.063111   2.002  0.0538 .
X1           -0.015896    0.010894  -1.459  0.1543
X2            0.062482    0.041179   1.517  0.1390
X3            0.003796    0.005895   0.644  0.5242
X5            0.006310    0.005073   1.244  0.2226
X6           -0.025429    0.013758  -1.848  0.0738 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.415 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2318,    Adjusted R-squared:  0.1117
F-statistic: 1.931 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.1166

VIF untuk  $X_2 = 1/(1-R_j^2)=1/(1-23.18\%) = 1.302$ 
```

Variabel X5

```
Call:
lm(formula= X5~X1+X2+X3+X4+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-25.079 -11.511   1.619   8.683  24.479

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -25.9848    38.1008  -0.682  0.500
X1            0.6134     0.3672   1.671  0.105
X2           -0.9442     1.4412  -0.655  0.517
X3            0.2451     0.1972   1.243  0.223
X4            7.3077     5.8754   1.244  0.223
X6           -0.1915     0.4914  -0.390  0.699

Residual standard error: 14.12 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1815,    Adjusted R-squared:  0.05358
F-statistic: 1.419 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.2441

VIF untuk  $X_2 = 1/(1-R_j^2)=1/(1-18.15\%) = 1.222$ 
```


Variabel X6

```
Call:
lm(formula= X6~X1+X2+X3+X4+X5, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-8.7747 -3.5681 -0.6732  3.3713 11.8321

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  34.66113   12.33526   2.810  0.00838 **
X1           -0.21288    0.13216  -1.611  0.11704
X2             0.04199    0.52065   0.081  0.93622
X3             0.02408    0.07233   0.333  0.74138
X4           -3.79314    2.05227  -1.848  0.07382 .
X5           -0.02466    0.06329  -0.390  0.69939
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.069 on 32 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1812,    Adjusted R-squared:  0.05322
F-statistic: 1.416 on 5 and 32 DF,  p-value: 0.2451

VIF untuk X2 = 1/(1-Rj2)=1/(1-18.12%)= 1.221
```

Lampiran 4. Regresi Linier Berganda

```

Call:
lm(formula= Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6, data=data)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-13.728  -5.935  -1.293   1.745  51.123

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -25.58048    31.91870  -0.801   0.429
X1           0.21621     0.31844   0.679   0.502
X2          -0.26104     1.20671  -0.216   0.830
X3           0.02933     0.16791   0.175   0.862
X4           7.39297     5.00344   1.478   0.150
X5          -0.03206     0.14703  -0.218   0.829
X6           0.83550     0.40967   2.039   0.050 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 11.75 on 31 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1416, Adjusted R-squared:  -0.02454
F-statistic: 0.8523 on 6 and 31 DF, p-value: 0.5401

Analysis of Variance Table
Response: Y
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
X1      1    1.5    1.50   0.0109 0.91758
X2      1    0.5    0.52   0.0038 0.95131
X3      1   18.1   18.06   0.1309 0.71993
X4      1   93.8   93.84   0.6801 0.41585
X5      1   17.8   17.79   0.1289 0.72201
X6      1  573.9  573.90   4.1593 0.05001 .
Residuals 31 4277.3  137.98
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Durbin-Watson = 1.4544

```

Lampiran 5. Hasil Uji Aspek Spasial

Pengujian	Statistik Uji
Dependensi Spasial : Moran's I	0,9241967
Heterogenitas Spasial : Breusch Pagan	28,4

Lampiran 6. Matriks Jarak *Euclidean* antar Kabupaten/Kota di Jawa Timur

j	d _{1j}	d _{2j}	d _{3j}	...	...	d _{37j}	d _{38j}
1	0	0.484	0.623	...	...	1.890	1.451
2	0.484	0	0.307	...	...	1.421	1.055
3	0.623	0.307	0	...	...	1.304	0.827
4	0.809	0.483	0.193	...	...	1.169	0.646
5	1.087	0.765	0.482	...	...	1.020	0.410
6	1.014	0.582	0.410	...	...	0.894	0.479
7	1.468	1.142	0.866	...	...	0.900	0.279
8	2.122	1.783	1.517	...	...	0.997	0.756
9	2.419	2.079	1.815	...	...	1.183	1.045
10	3.263	2.926	2.662	...	...	1.885	1.883
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
31	1.065	0.739	0.457	...	...	1.022	0.422
32	1.545	1.177	0.927	...	...	0.728	0.161
33	2.156	1.756	1.533	...	...	0.681	0.706
34	1.881	1.458	1.260	...	...	0.419	0.445
35	1.520	1.056	0.932	...	...	0.372	0.404
36	0.707	0.252	0.467	...	...	1.279	1.026
37	1.890	1.421	1.304	...	...	0	0.650
38	1.451	1.055	0.827	...	...	0.650	0

Lampiran 7. Bandwidth Fixed Gaussian

Bandwidth:	1.347572	CV score:	7074.134
Bandwidth:	2.17824	CV score:	6744.471
Bandwidth:	2.691621	CV score:	6668.921
Bandwidth:	2.830987	CV score:	6654.956
Bandwidth:	3.095041	CV score:	6633.371
Bandwidth:	3.258235	CV score:	6622.524
Bandwidth:	3.359095	CV score:	6616.582
Bandwidth:	3.42143	CV score:	6613.166
Bandwidth:	3.459955	CV score:	6611.144
Bandwidth:	3.483764	CV score:	6609.928
Bandwidth:	3.498479	CV score:	6609.188
Bandwidth:	3.507574	CV score:	6608.736
Bandwidth:	3.513195	CV score:	6608.458
Bandwidth:	3.516668	CV score:	6608.287
Bandwidth:	3.518815	CV score:	6608.181
Bandwidth:	3.520142	CV score:	6608.116
Bandwidth:	3.520962	CV score:	6608.076
Bandwidth:	3.521469	CV score:	6608.051
Bandwidth:	3.521782	CV score:	6608.036
Bandwidth:	3.521976	CV score:	6608.026
Bandwidth:	3.522096	CV score:	6608.02
Bandwidth:	3.52217	CV score:	6608.017
Bandwidth:	3.522215	CV score:	6608.015
Bandwidth:	3.522215	CV score:	6608.015

Lampiran 8. Matriks Pembobot Spasial dengan Fungsi Kernel
Fixed Gaussian

j	W_{1j}	W_{2j}	W_{3j}	...	...	W_{37j}	W_{38j}
1	1	0.990596	0.984461	...	...	0.8658931	0.9186918
2	0.990596	1	0.9962118	...	...	0.9217901	0.9561543
3	0.984461	0.9962118	1	...	...	0.9338116	0.9727965
4	0.9739793	0.9906392	0.9984959	...	...	0.9464383	0.9833097
5	0.9534769	0.9766604	0.9906849	...	...	0.9589183	0.9932329
6	0.9594212	0.9864263	0.9932602	...	...	0.9682981	0.9907927
7	0.9167925	0.9488271	0.9702497	...	...	0.9679035	0.9968659
8	0.8339907	0.8798005	0.9113888	...	...	0.9607552	0.9772138
9	0.789926	0.8400745	0.8756649	...	...	0.9451188	0.9569571
10	0.6510929	0.70825	0.7515693	...	...	0.8666261	0.8668269
:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:
31	0.9553065	0.9782118	0.9916093	...	...	0.9587485	0.9928481
32	0.9082317	0.9457257	0.9659894	...	...	0.9788845	0.9989592
33	0.8291727	0.8831896	0.909644	...	...	0.9815045	0.9800936
34	0.8670611	0.9178451	0.9380487	...	...	0.9929387	0.9920504
35	0.9111232	0.9560707	0.96561	...	...	0.9944305	0.9934335
36	0.9800814	0.9974428	0.9912643	...	...	0.9361959	0.9584535
37	0.8658931	0.9217901	0.9338116	...	...	1	0.9830979
38	0.9186918	0.9561543	0.9727965	...	...	0.9830979	1

Lampiran 9. Model GWR

```
Call:
gwr(formula= Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6, data=data, coords=cbind(u,v),
     bandwidth=bandwidth.fg, hatmatrix=TRUE)
Kernel function: gwr.Gauss
Fixed bandwidth: 3.522215
Summary of GWR coefficient estimates at data points:
      Min.   1st Qu.   Median   3rd Qu.    Max.   Global
X.Int -27.16000 -26.19000 -25.71000 -24.89000 -22.32000 -25.5805
X1      0.18500  0.20850  0.21610  0.22060  0.22960  0.2162
X2     -0.30350 -0.27910 -0.26340 -0.24300 -0.18170 -0.2610
X3      0.02550  0.02938  0.03111  0.03300  0.03623  0.0293
X4      6.76900  7.34000  7.50900  7.61700  7.84100  7.3930
X5     -0.03469 -0.03309 -0.03226 -0.03132 -0.02997 -0.0321
X6      0.78380  0.81580  0.83120  0.84420  0.86250  0.8355
Number of data points: 38
Effective number of parameters (residual: 2*traceS-traceS'S): 7.591341
Effective degrees of freedom (residual: 2*traceS-traceS'S): 30.40866
Sigma (residual: 2*traceS - traceS'S): 11.79931
Effective number of parameters (model: traceS): 7.304539
Effective degrees of freedom (model: traceS): 30.69546
Sigma (model: traceS): 11.74406
Sigma (ML): 10.55513
AICc (GWR p. 61, eq 2.33; p. 96, eq. 4.21): 308.9364
AIC (GWR p. 96, eq. 4.22): 294.2464
Residual sum of squares: 4233.607
Quasi-global R2: 0.1503762
```

Lampiran 10. ANOVA Model GWR

```
Brunsdon, Fotheringham & Charlton (2002, pp. 91-2)
ANOVA

data: model.fb
F = 1.0103, df1 = 31.000, df2 = 30.409, p-value =
0.4892
alternative hypothesis: greater
sample estimates:
SS OLS residuals SS GWR residuals
      4277.310      4233.607
```

Lampiran 11. Estimasi Parameter Model GWR

Kabupaten/Kota	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
Pacitan	-26.669	0.225	-0.299	0.025	7.614	-0.030	0.862
Ponorogo	-26.601	0.224	-0.293	0.027	7.649	-0.031	0.855
Trenggalek	-26.081	0.220	-0.281	0.028	7.531	-0.031	0.848
Tulungagung	-25.817	0.217	-0.273	0.029	7.480	-0.031	0.843
Blitar	-25.400	0.213	-0.262	0.030	7.397	-0.031	0.836
Kediri	-25.935	0.218	-0.274	0.029	7.536	-0.032	0.841
Malang	-24.870	0.208	-0.248	0.031	7.293	-0.031	0.826
Lumajang	-24.008	0.200	-0.225	0.033	7.125	-0.031	0.811
Jember	-23.582	0.196	-0.213	0.034	7.037	-0.031	0.804
Banyuwangi	-22.324	0.185	-0.182	0.036	6.769	-0.031	0.784
Bondowoso	-23.435	0.195	-0.207	0.035	7.030	-0.032	0.798
Situbondo	-23.413	0.195	-0.204	0.036	7.045	-0.032	0.794
Probolinggo	-24.397	0.204	-0.231	0.033	7.242	-0.032	0.812
Pasuruan	-24.963	0.209	-0.245	0.032	7.364	-0.032	0.821
Sidoarjo	-25.461	0.214	-0.256	0.032	7.488	-0.033	0.826
Mojokerto	-25.782	0.217	-0.266	0.031	7.547	-0.033	0.832
Jombang	-25.973	0.219	-0.272	0.030	7.574	-0.033	0.837
Nganjuk	-26.350	0.222	-0.283	0.029	7.639	-0.032	0.845
Madiun	-26.835	0.227	-0.297	0.028	7.727	-0.032	0.855
Magetan	-27.011	0.228	-0.302	0.027	7.752	-0.032	0.860
Ngawi	-27.159	0.230	-0.303	0.028	7.814	-0.033	0.858
Bojonegoro	-26.893	0.227	-0.293	0.029	7.799	-0.034	0.848
Tuban	-26.945	0.228	-0.291	0.030	7.841	-0.035	0.845
Lamongan	-26.231	0.221	-0.274	0.031	7.676	-0.034	0.835
Gresik	-25.931	0.218	-0.266	0.032	7.612	-0.034	0.830
Bangkalan	-25.889	0.218	-0.263	0.032	7.618	-0.034	0.827
Sampang	-25.053	0.210	-0.242	0.034	7.434	-0.034	0.814

Lampiran 11. Estimasi Parameter Model GWR (lanjutan)

Kabupaten/Kota	β_0	β_1	β_2	β_3	β_4	β_5	β_6
Pamekasan	-24.766	0.208	-0.234	0.034	7.379	-0.034	0.809
Sumenep	-24.380	0.204	-0.222	0.036	7.311	-0.034	0.800
Kota Kediri	-25.965	0.218	-0.275	0.029	7.541	-0.032	0.842
Kota Blitar	-25.445	0.214	-0.263	0.030	7.407	-0.031	0.837
Kota Malang	-24.972	0.209	-0.249	0.031	7.332	-0.031	0.826
Kota Probolinggo	-24.449	0.204	-0.232	0.033	7.253	-0.032	0.813
Kota Pasuruan	-24.987	0.209	-0.246	0.032	7.372	-0.033	0.820
Kota Mojokerto	-25.802	0.217	-0.266	0.031	7.552	-0.033	0.833
Kota Madiun	-26.810	0.226	-0.296	0.028	7.721	-0.032	0.855
Kota Surabaya	-25.635	0.215	-0.259	0.032	7.544	-0.034	0.826
Kota Batu	-25.251	0.212	-0.255	0.031	7.399	-0.032	0.829

Lampiran 12. Statistik Uji Parameter Model GWR

Kabupaten/Kota	thitung0	thitung1	thitung2	thitung3	thitung4	thitung5	thitung6
Pacitan	0.007	0.706	-0.247	0.152	1.514	-0.203	2.100
Ponorogo	0.007	0.704	-0.243	0.162	1.524	-0.212	2.085
Trenggalek	0.007	0.689	-0.232	0.167	1.502	-0.209	2.068
Tulungagung	0.007	0.681	-0.226	0.171	1.493	-0.210	2.057
Blitar	0.007	0.669	-0.217	0.177	1.477	-0.210	2.040
Kediri	0.007	0.685	-0.227	0.176	1.504	-0.216	2.052
Malang	0.007	0.654	-0.205	0.185	1.457	-0.211	2.017
Lumajang	0.006	0.629	-0.186	0.197	1.423	-0.212	1.978
Jember	0.006	0.616	-0.177	0.202	1.405	-0.212	1.960
Banyuwangi	0.006	0.580	-0.150	0.215	1.345	-0.209	1.907
Bondowoso	0.006	0.612	-0.171	0.208	1.402	-0.216	1.944
Situbondo	0.006	0.612	-0.169	0.211	1.404	-0.220	1.934
Probolinggo	0.006	0.640	-0.191	0.199	1.446	-0.219	1.981
Pasuruan	0.007	0.657	-0.203	0.193	1.471	-0.221	2.003
Sidoarjo	0.007	0.671	-0.212	0.191	1.496	-0.225	2.016
Mojokerto	0.007	0.681	-0.220	0.185	1.507	-0.224	2.032
Jombang	0.007	0.686	-0.225	0.181	1.512	-0.222	2.044
Nganjuk	0.007	0.697	-0.234	0.173	1.524	-0.220	2.063
Madiun	0.007	0.711	-0.246	0.164	1.539	-0.218	2.085
Magetan	0.007	0.716	-0.250	0.160	1.543	-0.216	2.095
Ngawi	0.007	0.720	-0.251	0.164	1.556	-0.222	2.092
Bojonegoro	0.007	0.713	-0.242	0.175	1.555	-0.229	2.069
Tuban	0.007	0.714	-0.241	0.180	1.564	-0.236	2.061
Lamongan	0.007	0.694	-0.227	0.186	1.533	-0.232	2.037
Gresik	0.007	0.685	-0.220	0.190	1.520	-0.231	2.026
Bangkalan	0.007	0.684	-0.218	0.193	1.521	-0.234	2.018
Sampang	0.007	0.660	-0.201	0.201	1.485	-0.231	1.986

Lampiran 12. Statistik Uji Parameter Model GWR (lanjutan)

Kabupaten/Kota	t_{hitung0}	t_{hitung1}	t_{hitung2}	t_{hitung3}	t_{hitung4}	t_{hitung5}	t_{hitung6}
Pamekasan	0.007	0.652	-0.194	0.205	1.473	-0.231	1.972
Sumenep	0.006	0.641	-0.184	0.211	1.458	-0.234	1.948
Kota Kediri	0.007	0.686	-0.227	0.175	1.505	-0.216	2.054
Kota Blitar	0.007	0.671	-0.218	0.177	1.479	-0.210	2.041
Kota Malang	0.007	0.657	-0.206	0.187	1.465	-0.214	2.015
Kota Probolinggo	0.006	0.642	-0.192	0.199	1.449	-0.219	1.982
Kota Pasuruan	0.007	0.658	-0.203	0.193	1.473	-0.221	2.002
Kota Mojokerto	0.007	0.681	-0.220	0.185	1.508	-0.224	2.032
Kota Madiun	0.007	0.710	-0.245	0.165	1.538	-0.218	2.085
Kota Surabaya	0.007	0.677	-0.215	0.192	1.507	-0.229	2.016
Kota Batu	0.007	0.665	-0.212	0.185	1.478	-0.216	2.023

Lampiran 13. R^2 Lokal Model GWR

Kabupaten/Kota	R^2 Lokal	Kabupaten/Kota	R^2 Lokal
Pacitan	0.1517	Magetan	0.1524
Ponorogo	0.1518	Ngawi	0.1527
Trenggalek	0.1511	Bojonegoro	0.1525
Tulungagung	0.1508	Tuban	0.1527
Blitar	0.1503	Lamongan	0.1517
Kediri	0.1511	Gresik	0.1513
Malang	0.1497	Bangkalan	0.1513
Lumajang	0.1486	Sampang	0.1502
Jember	0.1480	Pamekasan	0.1498
Banyuwangi	0.1463	Sumenep	0.1493
Bondowoso	0.1479	Kota Kediri	0.1511
Situbondo	0.1479	Kota Blitar	0.1504
Probolinggo	0.1492	Kota Malang	0.1499
Pasuruan	0.1500	Kota Probolinggo	0.1493
Sidoarjo	0.1507	Kota Pasuruan	0.1500
Mojokerto	0.1511	Kota Mojokerto	0.1511
Jombang	0.1513	Kota Madiun	0.1522
Nganjuk	0.1517	Kota Surabaya	0.1509
Madiun	0.1523	Kota Batu	0.1503

Lampiran 14. *Syntax* R yang Digunakan

```

#Mengaktifkan Package
library(zoo)
library(lmtest)
library(ape)
library(sp)
library(maptools)
library(rgeos)
library(spgwr)
library(spam)
library(maps)
library(fields)

#Membaca Data
data <- read.table("dataR.txt", header=TRUE)
Y=data$Y
X1=data$X1
X2=data$X2
X3=data$X3
X4=data$X4
X5=data$X5
X6=data$X6
u=data$u
v=data$v

#Membentuk Matriks Jarak Euclidean
u <- as.matrix(u)
i <- nrow(u)
v <- as.matrix(v)
j <- nrow(v)
jarak <- matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38){jarak[i,j]=sqrt((u[i,]-
u[j,])**2+(v[i,]-v[j,])**2)}
write.csv(cbind(jarak), "euclidean.csv")

#Model Regresi Linier Berganda
reglin=lm(Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6, data=data)
summary(reglin)
anova(reglin)
library(stats)
step(reglin)

```

```

#BP Test
bptest(reglin)

#Bandwidth#
#Fixed Gaussian
bandwidth.fg <- ggwr.sel(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,
data=data,coords=cbind(u,v),adapt=FALSE,gweight=gwr.
Gauss)

#Fixed Bisquare
bandwidth.fb <- ggwr.sel(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,
data=data,coords=cbind(u,v),adapt=FALSE,gweight=gwr.
bisquare)

#Adaptive Gaussian
bandwidth.ag <- ggwr.sel(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,
data=data,coords=cbind(u,v),adapt=TRUE,gweight=gwr.
Gauss)

#Adaptive Bisquare
bandwidth.ab <- ggwr.sel(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,
data=data,coords=cbind(u,v),adapt=TRUE,gweight=gwr.
bisquare)

#Model Gwr#
#Fixed Gaussian
model.fg <- gwr(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,data=data,
coords=cbind(u,v),bandwidth=bandwidth.fg,hatmatrix=
TRUE)
model.fg

#Fixed Bisquare
model.fb <- gwr(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,data=data,
coords=cbind(u,v),bandwidth=bandwidth.fb,hatmatrix=
TRUE)
model.fb

#Adaptive Gaussian
model.ag <- gwr(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,data=data,
coords=cbind(u,v),adapt=bandwidth.ag,hatmatrix=TRUE)
model.ag

#Adaptive Bisquare
model.ab <- gwr(formula=Y~X1+X2+X3+X4+X5+X6,data=data,

```

```

coords=cbind(u,v),adapt=bandwidth.ab,hatmatrix=TRUE)
model.ab

#ANOVA Model GWR yang Dipilih dari Pembobot Optimum
BFC02.gwr.test(model.fg)

#Uji Signifikansi Parameter Fixed Gaussian
names(model.fg)
names(model.fg$SDF)
b_int.fg <- model.fg$SDF$(Intercept) "
b_X1.fg <- model.fg$SDF$X1
b_X2.fg <- model.fg$SDF$X2
b_X3.fg <- model.fg$SDF$X3
b_X4.fg <- model.fg$SDF$X4
b_X5.fg <- model.fg$SDF$X5
b_X6.fg <- model.fg$SDF$X6
t_int.fg <- model.fg$SDF$X1/ model.fg$SDF$
"(Intercept)_se"
t_X1.fg <- model.fg$SDF$X1/ model.fg$SDF$X1_se
t_X2.fg <- model.fg$SDF$X2/ model.fg$SDF$X2_se
t_X3.fg <- model.fg$SDF$X3/ model.fg$SDF$X3_se
t_X4.fg <- model.fg$SDF$X4/ model.fg$SDF$X4_se
t_X5.fg <- model.fg$SDF$X5/ model.fg$SDF$X5_se
t_X6.fg <- model.fg$SDF$X6/ model.fg$SDF$X6_se
se_int.fg <- model.fg$SDF$(Intercept)_se"
se_X1.fg <- model.fg$SDF$X1_se
se_X2.fg <- model.fg$SDF$X2_se
se_X3.fg <- model.fg$SDF$X3_se
se_X4.fg <- model.fg$SDF$X4_se
se_X5.fg <- model.fg$SDF$X5_se
se_X6.fg <- model.fg$SDF$X6_se
localR2.fg <- model.fg$SDF$localR2
write.csv(cbind(b_int.fg,b_X1.fg,b_X2.fg,b_X3.fg,b_X4.
fg,b_X5.fg,b_X6.fg,t_int.fg,t_X1.fg,t_X2.fg,t_X3.fg,t_
X4.fg,t_X5.fg,t_X6.fg,se_int.fg,se_X1.fg,se_X2.fg,se_X
3.fg,se_X4.fg,se_X5.fg,se_X6.fg,localR2.fg),
"outputTA_fg.csv")

#Menyimpan Bandwidth
model.fg$bandwidth
write.csv(cbind(model.fg$bandwidth),"bandwidth.fg.csv"
)

```

```

#Menyimpan Pembobot Fungsi Kernel
bandwidth.fg <- model.fg$bandwidth
bandwidth.fg <- as.matrix(bandwidth.fg)
bandwidth.fg
i <- nrow(bandwidth.fg)
pembobot <- matrix(nrow=38,ncol=38)
for(i in 1:38)
for(j in 1:38)
{pembobot[i,j]=exp(-0.5*(jarak[i,j]/3.522215)**2)}
write.csv(cbind(pembobot), "kernel.fg.csv")

#Uji Morans Secara Manual dengan Pembobot dari
Bandwidth Optimum

### Menghitung Snol ###
matriks.bobot=as.matrix(pembobot)
m=nrow(matriks.bobot)
n=ncol(matriks.bobot)
Snol=sum(matriks.bobot)
Snol

### Menghitung S_satu ###
mat.s1=matrix(nrow=38,ncol=38)
for(m in 1:38)
for(n in 1:38)
{mat.s1[m,n]=(matriks.bobot[m,n]+matriks.bobot[n,m])**
2}
S_satu=0.5*(sum(mat.s1))
S_satu

### Menghitung S-dua ###
jum_wi.=matrix(ncol=38,nrow=38)
for(m in 1:38)
for(n in 1:38)
{jum_wi.[m,n]=sum(matriks.bobot[m,1:38])}
jumwi.=jum_wi.[1,]
jumwi.=as.matrix(jumwi.)

jum_w.j=matrix(ncol=38,nrow=38)
for(m in 1:38)
for(n in 1:38)
{jum_w.j[m,n]=sum(matriks.bobot[1:38,n])}
jumw.j=jum_w.j[1,]
jumw.j=as.matrix(jumw.j)

```

```

S_dua=(jumwi.+jumw.j)**2
S_dua=sum(S_dua)
S_dua

### Menghitung Espektasi I ###
n=ncol(pembobot)
E.Indeks=-(1/(n-1))
E.Indeks

### Menghitung Taksiran Indeks ###
Y1=as.matrix(Y)
Ybar=mean(Y1)
for(i in 1:38)
{Y[i]=Y1[i]-Ybar}
Y.i.min.Ybar=as.matrix(Y)

varcovar=matrix(ncol=38,nrow=38)
for(m in 1:38)
for(n in 1:38)
{varcovar[m,n]=Y.i.min.Ybar[m,1]*Y.i.min.Ybar[n,1]}

### Perkalian Matriks Wij dengan Var Covar ###
pembilang=matrix(ncol=38,nrow=38)
pembilang_sem=matriks.bobot%*%varcovar
jum_pembilang_sem=sum(pembilang_sem)
pembilang_asli=(n*jum_pembilang_sem)
penyebut=Snol*sum((Y.i.min.Ybar)^2)
estimasi_I=pembilang_asli/penyebut

### Var (I) ###
var.i=((n**2)*S_satu-n*S_dua+3*(Snol**2)-
E.Indeks**2)/(((n**2)-1)*Snol**2)
var.i

### Z(I) ###
Z.i=(estimasi_I-E.Indeks)/sqrt(var.i)
Z.i

```


Lampiran 15. Surat Pernyataan Data Sekunder

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini, mahasiswa Jurusan Statistika FMIPA ITS:

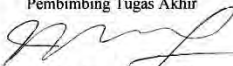
Nama : ADITYA KURNIAWATI
NRP : 1312100076

menyatakan bahwa data yang digunakan dalam Tugas Akhir/ Thesis ini merupakan data sekunder yang diambil dari penelitian / buku/ Tugas Akhir/ Thesis/ publikasi lainnya yaitu:

Sumber : Jinas Kesehatan Jawa Timur dan RPS Jawa Timur
Keterangan : Data Publikasi Profil Kesehatan 2013 dan Surenas 2013

Surat Pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya. Apabila terdapat pemalsuan data maka saya siap menerima sanksi sesuai aturan yang berlaku.

Mengetahui
Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Mutiah Salamah C., M.Kes
NIP. 19571007 198303 2 001

Surabaya, 20 Mei 2016



Aditya Kurniawati
NRP. 1312 100 076

*(coret yang tidak perlu)

(Halaman Ini Sengaja Dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Angka Gizi Buruk pada Balita di Jawa Timur Tahun 2013.....	65
Lampiran 2. Statistika Deskriptif Variabel Respon dan Prediktor.....	66
Lampiran 3. Nilai VIF Variabel Prediktor.....	66
Lampiran 4. Regresi Linier Berganda.....	70
Lampiran 5. Hasil Uji Aspek Spasial.....	71
Lampiran 6. Matriks Jarak Euclidean antar Kabupaten/Kota di Jawa Timur.....	71
Lampiran 7. Bandwidth Fixed Gaussian.....	72
Lampiran 8. Matriks Pembobot Spasial dengan Fungsi Kernel Fixed Gaussian	73
Lampiran 9. Model GWR	74
Lampiran 10. ANOVA Model GWR.....	74
Lampiran 11. Estimasi Parameter Model GWR	75
Lampiran 11. Estimasi Parameter Model GWR (lanjutan).....	76
Lampiran 12. Statistik Uji Parameter Model GWR.....	77
Lampiran 12. Statistik Uji Parameter Model GWR (lanjutan) ..	78
Lampiran 13. R ² Lokal Model GWR	79
Lampiran 14. Syntax R yang Digunakan	80
Lampiran 15. Surat Pernyataan Data Sekunder	85

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa Bojonegoro dan Ngawi memiliki angka gizi buruk paling tinggi pada tahun 2013 dan belum mencapai target MDG's untuk tahun 2015. Persentase ibu hamil mendapat Fe3 terendah terdapat di Kota Pasuruan, sedangkan yang tertinggi terdapat di Kota Malang. Persentase BBLR tertinggi terdapat di Kota Madiun, sedangkan yang terendah terdapat di Lamongan. Persentase pemberian ASI eksklusif terendah terdapat di Lumajang, sedangkan yang tertinggi terdapat di Lamongan. Persentase posyandu puri terendah terdapat di Bangkalan, sedangkan yang tertinggi terdapat di Lamongan. Persentase rumah tangga ber-PHBS terendah terdapat di Situbondo, sedangkan yang tertinggi terdapat di Kota Surabaya. Persentase penduduk miskin tertinggi terdapat di Sampang, sedangkan yang terendah terdapat di Kota Batu. Variabel yang memiliki keragaman paling tinggi adalah persentase rumah tangga ber-PHBS.

Berdasarkan pengujian heterogenitas spasial, angka gizi buruk pada balita memiliki keragaman antara satu wilayah dengan wilayah lain. Pembobot yang digunakan pada pemodelan GWR adalah fungsi kernel *fixed gaussian* dengan AIC sebesar 294,2464. Nilai R^2 yang dihasilkan model GWR lebih besar dibandingkan model regresi linier, yaitu sebesar 15,04%. Faktor yang berpengaruh terhadap angka gizi buruk adalah persentase posyandu puri dan persentase penduduk miskin. Terbentuk dua kelompok daerah berdasarkan variabel yang signifikan. Kelompok pertama adalah kabupaten/kota yang berada di bagian timur provinsi Jawa Timur, yang meliputi Blitar, Malang, Lumajang, Jember, Banyuwangi, Bondowoso, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Pamekasan, Sumenep, Kota Blitar, Kota Malang, Kota Probolinggo, dan Kota Pasuruan. Pada kelompok pertama

diketahui bahwa persentase penduduk miskin berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita. Kelompok kedua adalah bagian barat Jawa Timur, yaitu selain yang disebutkan pada kelompok satu. Pada kelompok kedua diketahui bahwa persentase penduduk miskin dan persentase posyandu puri berpengaruh terhadap angka gizi buruk pada balita.

5.2 Saran

Sebaiknya pemerintah daerah berfokus pada pengentasan kemiskinan untuk menekan angka gizi buruk pada balita. Selain itu posyandu puri terbukti signifikan dalam meningkatkan angka gizi buruk, hal ini bertentangan dengan kajian teoritis yang seharusnya dapat menurunkan angka gizi buruk. Perbedaan ini dapat disebabkan kurangnya kesadaran dari masyarakat untuk menggunakan fasilitas kesehatan secara maksimal, sehingga meskipun fasilitas tersebut ditambah angka gizi buruk pada balita tetap tinggi. Oleh karena itu disarankan supaya Dinas Kesehatan melakukan sosialisasi tentang pentingnya memanfaatkan fasilitas kesehatan yang ada sebagai upaya menurunkan gizi buruk pada balita.

Adapun saran yang diberikan penulis yaitu agar pada penelitian selanjutnya menggunakan data *time series*. Karena data *cross section* yang digunakan pada penelitian menghasilkan nilai R^2 yang kecil, hal ini berarti masih ada variabel lain yang dapat menjelaskan angka gizi buruk pada balita. Selain itu dicobakan metode lain untuk model yang tidak linier, karena semua asumsi residual pada regresi linier tidak terpenuhi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anselin, L. (1988). *Spatial Econometris: Methods and Models*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ayunin, L. (2011). *Pemodelan Balita Gizi Buruk di Kabupaten Ngawi dengan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- A'yunin, Q. (2011). *Pemodelan Gizi Buruk pada Balita di Kota Surabaya dengan Spatial Autoregressive Model*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Bappenas. (2010). *Laporan Pencapaian Tujuan Pembangunan Milenium di Indonesia 2010*. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
- Bappenas. (2014). *Gizi Baik Kunci Keberhasilan Jaminan Kesehatan Nasional*. Jakarta: Bappenas.
- Bappenas. (2014). *Kajian Sektor Kesehatan*. Jakarta: Bappenas.
- BPS. (2016, Januari 4). *BRS Provinsi Jawa Timur*. Jakarta: BPS.
- Chasco, C., García, I., & Vicéns, J. (2007). Modeling Spatial Variations in Household Disposable Income with Geographically Weighted Regression. *Munich Personal RePEc Arkhive (MPRA)*, 1682.
- Departemen Kesehatan. (2012). *Variabel dan Indikator Program Gizi dan KIA (Vol. 2)*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Dewi, R. K. (2012). *Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Angka Gizi Buruk di Jawa Timur dengan Pendekatan Regresi Nonparametrik Spline*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur. (2006). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2006*. Surabaya: Dinas Kesehatan Jawa Timur.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur. (2009). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Dinas Kesehatan Jawa Timur.
- Dinas Kesehatan Jawa Timur. (2013). *Profil Kesehatan Provinsi Jawa Timur Tahun 2013*. Surabaya: Dinas Kesehatan Jawa Timur.

- Draper, N. R., & Smith, H. (1992). *Analisis Regresi Terapan Edisi Kedua*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Fotheringham, A. S., Brunson, C., & Charlton, M. E. (2002). *Geographically Weighted Regression: The Analysis of Spatially Varying Relationship*. England: John Wiley and Sons Ltd.
- Gujarati, D. N. (2004). *Basic Econometrics* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Inc.
- Hermanto, E. M. (2013). *Pemodelan dan Pemetaan Prevalensi Balita Gizi Buruk serta Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya di Kabupaten Bojonegoro dengan Mixed Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Kartika, Y. (2007). *Pola Penyebaran Spatial Demam Berdarah Dengue di Kota Bogor Tahun 2005*. Bogor: Departemen Statistika FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Kementrian Kesehatan RI. (2015). *InfoDATIN*. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.
- Kementrian Kesehatan RI, B. P. (2013). *Riset Kesehatan Dasar*. Jakarta: Kementrian Kesehatan RI.
- Lingga, N. K. (2010). *Faktor Yang Berhubungan Dengan Status Gizi Anak Balita Di Desa Kolam Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang Tahun 2010*. Medan: Universitas Sumatra Utara.
- Marchaningtyas, A. P. (2013). Pemodelan Kasus Balita Gizi Buruk di Kabupaten Bojonegoro dengan Geographically Weighted Regression. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2, 2337-3520.
- Maulani, A. (2013). *Aplikasi Model Geographically Weighted Regression untuk Menentukan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kasus Gizi Buruk Anak Balita di Jawa Barat*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Megahardiyani, C. E. (2009). *Analisis Regresi Logistik Ordinal untuk Mengetahui Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Status Gizi Balita Masyarakat Nelayan Kecamatan Bulak*

- Surabaya. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Puskesmas Kraksaan. (2013). *Coaching Program Promokes*. Dipetik Maret 6, 2016, dari Puskesmas Kraksaan: <http://pkmkraksaan.com/2013/04/10/coaching-program-promokes/>
- Santoso, F. P. (2012). *Faktor-Faktor Eksternal Pneumonia pada Balita di Jawa Timur dengan Pendekatan Geographically Weighted Regression*. Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Statistika FMIPA ITS.
- Saputra, W., & Nurriszka, R. H. (2012). Faktor Demografi dan Risiko Gizi Buruk dan Gizi Kurang. *Jurnal Makara, Kesehatan*, 16, 95-101.
- UNICEF. (2010). *Indonesia Menetapkan Sasaran untuk Memperbaiki Gizi Anak*. Dipetik Februari 12, 2016, dari UNICEF Indonesia: http://www.unicef.org/indonesia/id/media_12592.html
- UNICEF. (2011). *UNICEF dan Uni Eropa Bekerja Sama untuk Menangani Masalah Keamanan Gizi Yang Sangat*. Jakarta: UNICEF.
- Wasilaine, T. L. (2014). Model Regresi Ridge untuk Mengatasi Model Regresi Linier Berganda yang Mengandung Multikolinieritas. *Jurnal Barekeng*, 8, 31-37.

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Aditya Kurniawati dilahirkan di Surabaya pada tanggal 30 April 1994, merupakan anak pertama dari dua bersaudara pasangan Rochman Rochiem dan Sugiarti. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis adalah SDN Klampis Ngasem I Surabaya (2000-2006), SMPN 6 Surabaya (2006-2009), dan SMAN 14 Surabaya (2009-2012). Pada tahun 2012, penulis diterima di Jurusan Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur SNMPTN Tulis dan terdaftar dengan NRP 1312 100 076. Pada masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi SCC Himasta-ITS serta menjabat sebagai staff *Human Resource Development* (2013/2014) dan Sekretaris Divisi (2014/2015). Selain itu, penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan dan menjadi anggota pada ekstrakurikuler Paduan Suara Mahasiswa ITS (2013/2014). Pada masa perkuliahan, penulis melakukan kerja praktek di PT. PLN Distribusi Jawa Timur (Persero), Surabaya. Segala saran dan kritik yang membangun serta diskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir ini dapat dikirimkan melalui email aditya.kurniawati@gmail.com.